

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์
 - 1.1 เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์
 - 1.2 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์
 - 1.3 กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์
 - 1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์
2. สะเต็มศึกษา
 - 2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 2.2 หลักการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 2.3 เป้าหมายจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 2.4 เทคนิคการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแนวคิดสะเต็มศึกษา
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.3 กระบวนการและการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.3 การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5. ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
 - 5.1 ความหมายของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
 - 5.2 แนวคิดพื้นฐานของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
 - 5.3 องค์ประกอบของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
 - 5.4 เทคนิคในการช่วยพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
 - 5.5 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
 - 5.6 แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
 - 5.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
6. รูปแบบการเรียนการสอน
 - 6.1 ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน
 - 6.2 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน
 - 6.3 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

1. การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

1.1 เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ม.ป.ป) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี
3. เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่า ขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด
4. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ
6. เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

7. เพื่อให้มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล
8. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ
9. เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดกรอบเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5 พลังงาน และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ดังนี้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรมตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

ของมาตรฐาน ว.4.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-6	1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ในสนามโน้มถ่วงจะมีแรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก เมื่อปล่อยวัตถุ วัตถุจะตกแบบเสรี สนามโน้มถ่วงทำให้วัตถุต่างๆ ไม่หลุดจากโลก เช่น การโคจรของดาวเทียมรอบโลก และอาจใช้แรงโน้มถ่วงไปใช้ประโยชน์เพื่อหาแนวตั้งของช่างก่อสร้าง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-6	2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้าและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้าจะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น ซึ่งอาจทำให้สภาพการเคลื่อนที่ของอนุภาคเปลี่ยนไป สามารถนำสมบัตินี้ไปประยุกต์สร้างเครื่องมือบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่น ออสซิลโลสโคป
	3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็กและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น ซึ่งอาจทำให้สภาพการเคลื่อนที่ของอนุภาคเปลี่ยนไป สามารถนำสมบัตินี้ไปประยุกต์สร้างหลอดภาพโทรทัศน์
	4. วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส	อนุภาคในนิวเคลียสเรียกว่านิวคลีออน นิวคลีออนประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน นิวคลีออนในนิวเคลียสยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงนิวเคลียร์ซึ่งมีค่ามากกว่าแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างนิวคลีออน นิวคลีออนจึงอยู่รวมกันในนิวเคลียสได้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6
ของมาตรฐาน ว.4.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-6	1. อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	การเคลื่อนที่ที่แนวตรงเป็นการเคลื่อนที่ในแนวใดแนวหนึ่ง เช่น แนวราบหรือแนวตั้งที่มีการกระจัด ความเร็ว ความเร่ง อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยความเร่งของวัตถุหาได้จากความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา
	2. สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่วิถีโค้งที่มีความเร็วในแนวราบคงตัวและความเร่งในแนวตั้งคงตัว การเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วในแนวเส้นสัมผัสวงกลมและมีแรงในทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลาง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม เช่น การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย โดยที่มุมสูงสุดที่เบนจากแนวตั้ง มีค่าคงตัวตลอด
	3. อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การเล่นเทนนิส บาสเกตบอล การเคลื่อนที่แบบวงกลมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การวิ่งทางโค้งของรถยนต์ให้ปลอดภัย การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างนาฬิกาแบบลูกตุ้ม

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

ของมาตรฐาน ว.5.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-6	1. ทดลองและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น	<p>คลื่นกลมีสมบัติ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน</p> <p>อัตราเร็วความถี่และความยาวคลื่นมี</p> <p>ความสัมพันธ์กันดังนี้ $\text{อัตราเร็ว} = \text{ความถี่} \times \text{ความยาวคลื่น}$</p>
	2. อธิบายการเกิดคลื่นเสียงบีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<p>คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง</p> <p>บีตส์ของเสียงเกิดจากคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย มารวมกัน ทำให้ได้ยินเสียงดังค่อยเป็นจังหวะ</p> <p>ความเข้มเสียง คือ พลังงานเสียงที่ตกตั้งฉากบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ในหนึ่งหน่วยเวลา</p> <p>ระดับความเข้มเสียงจะบอกความดังค่อยของเสียงที่ได้ยิน</p> <p>เครื่องดนตรีแต่ละชนิดที่ใช้ตัวโน้ตเดียวกัน จะให้รูปคลื่นที่แตกต่างกัน เรียกว่า มีคุณภาพเสียงต่างกัน</p>

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-6	3. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการเสนอวิธีป้องกัน	มลพิษทางเสียงมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ถ้าฟังเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูงกว่ามาตรฐานเป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อการได้ยินและสภาพจิตใจได้ การป้องกันโดยการหลีกเลี่ยงหรือใช้เครื่องครอบหูหรือลดการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง เช่น เครื่องจักร
	4. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วย สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่อเนื่องกัน โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่ต่างๆ มีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน เช่น การรับส่งวิทยุ โทรศัพท์ การป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ไม่อยู่ใกล้เตาไมโครเวฟขณะเตาทำงาน
	5. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน	ปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยานิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลมากแตกตัวเรียกว่าฟิชชัน ปฏิกิริยาที่เกิดจากการหลอมรวมนิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลน้อยเรียกว่า ฟิวชัน ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงานเป็นไปตามสมการ $E = mc^2$
	6. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	ปฏิกิริยานิวเคลียร์ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-6	7. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และนำไปใช้ประโยชน์	โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนประเภทหนึ่ง ซึ่งได้พลังงานความร้อนจากพลังงานนิวเคลียร์
	8. อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี	รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีมี 3 ชนิด คือ แอลฟา บีตาและแกมมาซึ่งมีอำนาจทะลุผ่านต่างกัน
	9. อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสีและบอกวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	กัมมันตภาพรังสีเกิดจากการสลายของไอโซโทปของธาตุที่ไม่เสถียร สามารถตรวจจับได้ โดยเครื่องตรวจวัดรังสี ในธรรมชาติมีรังสีแต่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก รังสีมีประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรม การเกษตร การแพทย์ โบราณคดี รังสีในระดับสูงมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันตัวชี้วัดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 แสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวชี้วัดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ของมาตรฐาน ว.8.1

ชั้น	ตัวชี้วัด
ม.4-6	1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
	2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
	3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ
	4. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ
	5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล
	6. จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม
	7. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
	8. พิจารณาน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ
	9. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง
	10. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ตารางที่ 2.4(ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด
ม.4-6	11. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่ การยอมรับเป็นความรู้ใหม่
	12. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

1.3 กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

สาขาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (ม.ป.ป) ได้นำเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ประกอบด้วย (1) การใช้คำถาม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด โดยครูจะเป็นผู้ป้อนคำถามให้กับนักเรียน กระตุ้นและชี้แนะเพื่อให้ นักเรียนตอบคำถามตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำถามที่ครูตั้งขึ้นควรคำนึงถึงประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น (2) การทดลอง กิจกรรมและการสาธิต เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การบันทึกข้อมูล การแก้ปัญหาขณะทำการทดลอง และการสรุปข้อมูลอย่างมีเหตุผล เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียนได้อีกทางหนึ่ง และ(3) การอภิปราย ใช้เพื่อนำเข้าสู่เนื้อหาที่ต้องการจะสอน หรือเพื่อนำไปสู่การสังเกต การทดลองและการสรุปผลการทดลองซึ่งมีความจำเป็นที่สุด การอภิปรายเป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุ ซึ่งเป็นการปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน แต่อย่างไรก็ตาม ในขณะที่ทำการอภิปรายครูจะเป็นผู้แนะนำและควบคุมให้อยู่ในประเด็นการอภิปราย

อลิศรา ชูชาติ, โกเมศ นาแจ้ง, และวรรณ นาคศรีอาภรณ์ (2558) ได้นำเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ 3 แนวทาง คือ

1. การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ (Strategic Knowledge Construction) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาความรู้และวิธีการใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ เพื่อประยุกต์ความรู้เชิงมนทัศน์และ

ความรู้เชิงกระบวนการในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งจะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการเน้นปัญหา (Focus The problem) คือ การนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่หลากหลายและมีเงื่อนไขที่แตกต่างกัน เพื่อกระตุ้นความสนใจและระบุคำถามสำคัญของประเด็นปัญหา ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการบรรยายทางฟิสิกส์ (Describe The physics) คือ การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ผ่านกิจกรรมการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อเท็จจริง หลักการและมโนทัศน์จากความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการวางแผน (Plan The Solution) คือ การอภิปรายเพื่อกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา ได้แก่ การตรวจสอบข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา การนำข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหา การเลือกวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการดำเนินการตามแผน (Execute The plan) คือ การปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ และขั้นตอนที่ 5 ขั้นการประเมินคำตอบ (Evaluation The solution) คือ การอภิปรายเพื่อตรวจสอบและประเมินความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

2. การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ด้วยลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง (Model – Centered Instruction Sequence) คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาการสร้างความรู้ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองทางความคิด ได้แก่ การสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ การใช้แบบจำลองในการสร้างคำอธิบายและตั้งสมมติฐานเพื่อตรวจสอบกับปรากฏการณ์ใหม่ ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการมุ่งปรากฏการณ์และการตั้งคำถามสำคัญ คือ การนำเข้าสู่บทเรียนโดยเสนอสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย ซึ่งจะนำไปสู่การคิดหาคำตอบ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น คือ นักเรียนสร้างแบบจำลองรายบุคคลเพื่อแสดงถึงความเข้าใจในสถานการณ์ที่กำลังศึกษาและคิดสมมติฐาน ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ คือ นักเรียนร่วมทำงานเป็นกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนสมมติฐาน นักเรียนร่วมกันสำรวจตรวจสอบสถานการณ์ปัญหาเพื่อวางแผนในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น คือ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาพิจารณาเพื่อกำหนดสมมติฐาน ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง คือ นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองที่ไม่สามารถเรียนรู้ได้จากการสำรวจตรวจสอบและอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง คือ นักเรียนนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากสถานการณ์จำลองมาใช้ประเมินและปรับปรุงแบบจำลองของตน เพื่อสนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการประเมินโดยเพื่อน คือ

นักเรียนนำเสนอแบบจำลองรายบุคคลและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อประเมินแบบจำลองของแต่ละคน ขั้นตอนที่ 8 ขั้นการลงมติแบบจำลองที่สร้าง คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองต่อชั้นเรียนเพื่ออภิปรายลักษณะสำคัญของแบบจำลองในรูปแบบต่างๆเพื่อสร้างแบบจำลองที่เป็นมิตรร่วมกันของชั้นเรียน และขั้นตอนที่ 9 ขั้นการใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบาย คือ นักเรียนนำแบบจำลองซึ่งเป็นมิตรร่วมกันของชั้นเรียนไปใช้ในการอธิบาย ทำนาย แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ศึกษา

3. การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design Process) คือ การจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่างๆ ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตั้งคำถาม (Ask) คือ การระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่ 2 ขั้นจินตนาการวิธีแก้ปัญหา (Imagine) คือ การระดมสมองเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ขั้นวางแผน (Plan) คือ การระบุวิธีและขั้นตอนการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสร้างสรรค์ผลผลิต (Create) คือ การปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ และขั้นตอนที่ 5 ขั้นปรับปรุง (Improve) คือ การทดสอบคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์และอภิปรายถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อปรับปรุงให้มีผลงานดียิ่งขึ้น

1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

สสวท.(2555) ได้นำเสนอการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ 3 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 การประเมินโดยครู หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูเป็นผู้ดำเนินการตั้งแต่กำหนดวัตถุประสงค์ สร้างเครื่องมือวัด กำหนดเกณฑ์การประเมิน การให้คะแนนและตัดสินผลการเรียนรู้

แนวทางที่ 2 ประเมินโดยครูและนักเรียน หมายถึง การประเมินการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการประเมิน เกณฑ์การประเมิน โดยนักเรียนจะได้ร่วมประเมินตนเองด้วย โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้บรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

และแนวทางที่ 3 การประเมินผลโดยนักเรียน หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเอง นักเรียนมีโอกาสทำกิจกรรมที่หลากหลายตามความถนัด จัดเก็บผลงานอย่างเป็นระบบและประเมินผลงานด้วยตนเอง

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ 3 แนวทางดังกล่าว สามารถดำเนินการโดยใช้กิจกรรมการทดสอบด้วยข้อสอบและการประเมินจากการปฏิบัติงานและผลงานของนักเรียน

2. สะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา(STEM EDUCATION) เกิดจาก 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science, S) เทคโนโลยี (Technology, T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering, E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics, M) โดยจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบบูรณาการในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ผนวกกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่ง Koehler, Binns, and Bloom (2016,pp.17) ได้กล่าวว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นกระบวนการตัดสินใจ โดยอาศัยความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้เทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา(Stem Education) เกิดขึ้นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยสถาบันวิจัยแห่งชาติ หรือ National Research Council จากการศึกษาความหมายจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจำนวน 6 ฉบับ ได้ให้ความหมายดังนี้

Vasquez, Comer, and Sneider (2013, pp 4) สะเต็มศึกษา คือ การเรียนการสอนแบบบูรณาการระดับสหวิทยาการ (Interdisciplinary Approach) ใน 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการเข้าสู่ชีวิตจริงและเชื่อมโยงกับประสบการณ์เรียนรู้เพื่อนักเรียน

Thananuwong (2015, pp.76) สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการสอนแบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) สะเต็มศึกษาไม่ใช่หลักสูตรแต่เป็นแนวทางการจัดการจัดการเรียนการสอน โดยการบูรณาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์

สสวท.(2557: น.4) สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหามที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2558: คำนำ)สะเต็มศึกษา หมายถึง การศึกษาที่นักเรียนได้ทักษะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์

Koehler, Faraclas, Giblin, Moss and Kazerounian (อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558,น.202)สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้เรื่องทางเทคนิค (Technical Literacy) สามารถนำเอาความรู้และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาอย่างผู้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี

จำรัส อินทลาภาพร ,มารุต พัฒนา, วิชัย วงศ์ใหญ่, และศรีสมร พุ่มสะอาด (2558: น.68) สะเต็มศึกษา ในบริบทของต่างประเทศ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่สำหรับในบริบทของประเทศไทย สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการใน 3 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี เนื่องจากไม่มีสาระวิศวกรรม แต่จะให้การสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้าไปใน 3 สาระ ดังกล่าว

จากความหมายข้างต้น พบว่า นักวิชาการทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ได้ให้ความหมายสอดคล้องกัน คือ สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของสะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต สามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง

2.2 หลักการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) หรือโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีเทคโนโลยีเป็นแนวทางพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอน (Hansen and Gonzalez, 2014, Abstract) จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปหลักการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 หลักการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

หลักการ	Zollman (2012)	Vasquez, Comer and Sneider, (2013)	Hansen and Gonzalez (2014)	สสวท. (2557)	จรัส อินทลาภาพร มารุต พัฒนาผล, วิชัย วงศ์ใหญ่, ศรีสมร พุ่มสะอาด (2558)	สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2558)
1.จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ	/	/	/	/	/	/
2.เชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง	/	/	/	/	-	/
3.พัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21	/	/	/	/	/	-
4.จัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานหรือ โครงการเป็นฐาน	-	/	/	/	/	/
5.จัดการเรียนการสอนโดยเหมาะสมกับช่วงวัยและ ความรู้เดิมของนักเรียน	/	/	-	/	-	-
6.วัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การ ประเมินตามสภาพจริง	-	/	-	/	/	/

หลักการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์

2. เชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยนำสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงของนักเรียนมาศึกษา เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

3. พัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 หมายถึง การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย (3.1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) (3.2) ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (Information Media and Technology Skills) (3.3) ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and Career Skills)

4. จัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานหรือโครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวจะถูกออกแบบโดยครูหรือเป็นสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสนใจ

5. จัดการเรียนการสอนโดยเหมาะสมกับช่วงวัยและความรู้เดิมของนักเรียน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยกำหนดสถานการณ์ปัญหา ความยากง่ายในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงวัยและความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความท้าทายในการแก้ปัญหา ถ้าสถานการณ์ปัญหามีความยากเกินกว่าช่วงวัยและความรู้เดิมของนักเรียน นักเรียนอาจเกิดความเบื่อหน่ายส่งผลให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้

6. ประเมินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การประเมินตามสภาพจริง หมายถึง กระบวนการประเมินนักเรียน ด้านความรู้ กระบวนการ คุณลักษณะ โดยใช้กระบวนการสังเกต บันทึกเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนขณะทำกิจกรรมและผลงานของนักเรียน

สำหรับบริบทของประเทศไทย สสวท. (2557, น. 16) ได้เสนอแนวทางในการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน 3 แนวทาง คือ

1. จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือก

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มนอกห้องเรียน

2.3 เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ปฏิรูปการศึกษาวិทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงาน นักเรียนขาดความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการประกอบอาชีพ (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558, น.202) ดังนั้น จึงมีการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยการนำแนวคิดสะเต็มศึกษามาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน Nation Research Council of The National Academies (2011, pp.4 – 5) ได้กำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มจำนวนนักเรียนเข้าศึกษาต่อสาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เป็นการเตรียมความพร้อมรับมือกับเศรษฐกิจฐานนวัตกรรมที่จะเกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำลังจะเกิดขึ้น

2. เพื่อเพิ่มแรงงานในสาขาอาชีพที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เช่น แพทย์ พยาบาล นักเทคโนโลยี เป็นต้น

3. เพื่อเพิ่มการรู้สะเต็ม (STEM literacy) ให้กับนักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับพลเมืองภายในประเทศที่จะต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่ง Vasquez, Comer, and Sneider (2013, pp.10 - 11) ได้กล่าวถึงการรู้สะเต็มประกอบด้วย การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) คือ (1) ความรู้ ความเข้าใจ ในหลักการ ทฤษฎี กฎของวิชาวิทยาศาสตร์ (2) ความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ (3) การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ การรู้เทคโนโลยี (Technological Literacy) คือ ความสามารถในการใช้ การจัดการ ความเข้าใจและประเมินเทคโนโลยี ซึ่งเทคโนโลยี หมายถึง สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวก ซึ่งเทคโนโลยีจะมีความหมายตั้งแต่สิ่งที่ย่อย เช่น ดินสอ จนกระทั่งถึงระบบการสื่อสาร นอกจากนี้เทคโนโลยียังรวมไปถึง โครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด ซึ่งต้องมีการออกแบบ การผลิต การดำเนินการและการซ่อมแซมสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ นักเรียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการใช้งานตลอดจนการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ที่เกิดขึ้น และสามารถวิเคราะห์ผลกระทบของเทคโนโลยีตั้งแต่ระดับประชากร ระดับประเทศและระดับโลก การรู้วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Literacy) คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ ได้ โดยสามารถกำหนดปัญหา สามารถสร้างและทดสอบวิธีการแก้ปัญหา และสามารถออกแบบภายใต้เงื่อนไขต่างๆ เพื่อค้นพบวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) คือ ความเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง

โดยนักเรียนสามารถนำคณิตศาสตร์มาใช้ในการตัดสินใจและนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

2.4 เทคนิคการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานถูกนำมาประยุกต์ใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยรายละเอียด ดังนี้

2.4.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Fogarty (1997, pp.2) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือ รูปแบบหลักสูตรซึ่งถูกออกแบบจากปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยเป็นปัญหาที่มีแนวคำตอบที่หลากหลาย (ill – Structured) ซึ่งนักเรียนจะกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยตนเองและค้นหาคำตอบของปัญหาโดยวิธีการศึกษาด้วยตนเอง

Lambros (2002, pp.1) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ความรู้ใหม่โดยเริ่มต้นจากปัญหา ซึ่งสถานการณ์ปัญหาที่จะนำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการแสวงหาความรู้และสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ใหม่จากสถานการณ์ดังกล่าว

Torp and Sage (2002, pp.15) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นประสบการณ์เรียนรู้ในด้านการคิด (Minds - on) และการปฏิบัติ (Hands – on) ซึ่งเกิดจากกระบวนการสืบสวนและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

Eggen and Kauchak (2012, pp.225) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือ รูปแบบการสอนโดยการใช้ปัญหา ซึ่งมุ่งไปที่การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เนื้อหาและการกำกับตนเอง (Self – regulation)

บุรวัฒน์ คล้ายมงคล (2545 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ 2554, น.57) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้สมรรถภาพที่ต้องการ โดยมีครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

วัลลี สัตยาศัย (2547, น.16) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ วิธีการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ จากแหล่งวิทยาการที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยที่มิได้มีการศึกษาหรือเตรียมตัวล่วงหน้าเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าวมาก่อน

ทิสนา แคมมณี (2554, น.137 - 138) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการ จัดสภาพการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยครูอาจนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริงหรือครูอาจจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหาและฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหา ร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะ กระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าว

จากความหมายของการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยนักวิชาการทั้ง 7 ท่าน สามารถสรุปความหมายได้ ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงเป็นเครื่องมือในการนำพานักเรียนไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด โดยนักเรียนเป็นผู้ศึกษาหาความรู้และแก้ปัญหาคือครูกำหนดด้วยตัวนักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน จากความหมายข้างต้นสอดคล้องกับ Krauss and Boss (2013, pp.6) ซึ่งได้ให้ความหมายและแนวปฏิบัติของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ความหมายและแนวปฏิบัติของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

	ความหมาย	การปฏิบัติ
การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก	ให้ความสำคัญกับประสบการณ์และการเรียนรู้ของนักเรียน	ครูจะทำหน้าที่ออกแบบ จัดเตรียมและแนะนำนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้
นักเรียนได้รับความรู้ ทักษะ และการแสดงออกทางจิตพิสัย	โครงงาน คือ หลักสูตรซึ่งในการพัฒนาความสามารถของนักเรียน	ครูออกแบบ และ วัตถุประสงค์ พัฒนาการของนักเรียนด้านความรู้ ทักษะและจิตพิสัย

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

	ความหมาย	การปฏิบัติ
ใช้สืบสวนจากปัญหา ปลายเปิด	คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้	คำถามที่ดีเป็นจุดเริ่มต้นที่จะ นำไปสู่คำถามที่นักเรียน สามารถนำไปใช้ในการ สืบสวน
เป็นการสร้างความหมาย	การเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญและมี คุณค่าสำหรับนักเรียน	โครงการจะต้องทำให้นักเรียน มีความคิดขั้นสูง สร้างองค์ ความรู้ มีการวิเคราะห์ สร้างสรรค์และสรุปได้
นำไปสู่การถ่ายโอนความรู้	โครงการจะนำไปสู่การ ประดิษฐ์ การสร้างแรงจูงใจ การสร้างแรงบันดาลใจ ความ เพลิดเพลิน	โครงสร้างของปัญหาที่ไม่ สมบูรณ์จะช่วยให้เขามี ความคิดสร้างสรรค์และการ ถ่ายโอนความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่ การเรียนรู้ที่ยั่งยืน

หมายเหตุ: ปรับปรุงจาก Thinking Through Project – Based Learning : Guiding Deeper Inquiry.
(pp.6), by Jane Krauss and Suzie Boss, 2013, California: A Sage Company.

2.4.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีลักษณะสำคัญ ดังนี้
Lambros (2002, pp.2 - 4) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียน
การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

- 1) สถานการณ์ในชีวิตประจำวันถูกนำมาใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาเพื่อ
กระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ใหม่
- 2) นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 3) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะใช้กระบวนการกลุ่ม
ขนาดเล็กในการแสวงหาความรู้ตามเป้าหมายที่นักเรียนกำหนด
- 4) นักเรียนจะต้องรับผิดชอบในการเรียนรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการ
จัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

5) ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้
Torp and Sage (2002, pp.15) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียน
การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 3 ประการ คือ

- 1) นักเรียนถูกกระตุ้นด้วยสถานการณ์ปัญหา
- 2) ปัญหาแบบองค์รวมทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความเชื่อมโยงกัน
- 3) ครูเป็นผู้แนะนำนักเรียนให้เกิดการคิด การสืบเสาะและการทำความเข้าใจ

ในระดับลึก

Eggen and Kauchak (2012, pp.226) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการ
จัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 3 ประการ คือ

1) บทเรียนมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหา กล่าวคือ บทเรียนจะเริ่มต้นจากปัญหา
โดยมีเป้าหมาย คือ การแก้ปัญหา

2) นักเรียนจะเป็นผู้รับผิดชอบในการแก้ปัญหา กล่าวคือ นักเรียนจะเป็น
ผู้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและแก้ปัญหาด้วยตัวนักเรียนเอง โดยใช้กระบวนการกลุ่ม (กลุ่มละ
ไม่เกิน 4 คน)

3) ครูเป็นผู้สนับสนุนกระบวนการทำงานของนักเรียน กล่าวคือ ครูจะใช้
คำถามกระตุ้นและสนับสนุนเพื่อให้นักเรียนมีความพยายามในการแก้ปัญหการแนะนำของครู
จะต้องไม่ชี้นำนักเรียน เพราะ จะทำให้นักเรียนไม่เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ในทางตรง
ข้ามถ้าครูไม่มีการแนะนำนักเรียนเลย นักเรียนอาจเสียเวลาในการแก้ปัญหาและเกิดความเข้าใจที่
คลาดเคลื่อนได้

ทิสนา แคมมณี (2554, น.138) ได้เสนอตัวบ่งชี้การจัดการเรียนการสอน
โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1) ครูและนักเรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความ
ต้องการของนักเรียน

2) ครูและนักเรียนมีการออกไปเผชิญสถานการณ์จริงหรือครูมีการจัด
สภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา

3) ครูและนักเรียนมีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา

4) นักเรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกัน

5) ครูมีการให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่นักเรียน
ในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

6) นักเรียนมีการศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

7) ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม

8) นักเรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและประเมินผล

9) ครูมีการติดตามการปฏิบัติงานของนักเรียนและให้คำปรึกษา

10) ครูมีการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการ

มัทธรา ธรรมบุษย์ (2545 อ้างถึงใน ประสาท เนื่องเฉลิม 2558, น.171)

ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

1) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง

2) การเรียนรู้เกิดขึ้นในกลุ่มนักเรียนที่มีขนาดเล็ก

3) ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำ

4) ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

5) ปัญหาที่นำมาใช้มีคำตอบหลายคำตอบหรือแก้ไขปัญหาก็ได้หลายทาง

6) นักเรียนเป็นคนแก้ปัญหา โดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ๆด้วยตนเอง

7) ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยสังเกตจากความสามารถในการปฏิบัติ

จากแนวคิดลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากนักวิชาการทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า มีความสอดคล้องกัน คือ การจัดการเรียนการสอนจะต้องใช้ปัญหาที่มีคำตอบหลากหลาย โดยนักเรียนจะเป็นผู้สืบค้นเพื่อหาคำตอบภายใต้การแนะนำและสนับสนุนจากครู ลักษณะสำคัญดังกล่าวนี้มีความแตกต่างจากการจัดการเรียนการสอนแบบปกติดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ (Traditional Classroom)

และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ	การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ครูจะสอนเนื้อหาในลักษณะการย่อยข้อมูลให้กับนักเรียน	ครูช่วยเหลือนักเรียนในการสืบค้นความรู้ ตามลำดับขั้นตอนการทำโครงการ
ครูจะเป็นผู้พูดมากที่สุด	ครูจะเป็นผู้รับฟังนักเรียน
ถ้านักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหา ครูจะสอนซ้ำอีกครั้ง	ถ้านักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหา ครูจะกระตุ้นด้วยการตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ	การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ครูจะให้ความสำคัญกับชิ้นงานหรือผลสอบในแต่ละบทเรียน	ครูจะใช้การประเมินพัฒนาการของนักเรียน (Formative Assessment) ในกระบวนการทำงานของนักเรียนเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพ

หมายเหตุ : ปรับปรุงจาก Thinking Through Project – Based Learning : Guiding Deeper Inquiry.

(pp.48), by Jane Krauss and Suzie Boss, 2013, California: A Sage Company.

2.4.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่า มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ คือ สถานการณ์ปัญหา นักเรียนและครู ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะมีบทบาทแตกต่างกัน ดังนี้

1) สถานการณ์ปัญหา

สถานการณ์ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเปรียบเสมือนเครื่องจักรในการนำพานักเรียนเพื่อไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ที่ต้องการ ทิพวัลย์ สุทิน และปิยะพงศ์ โชติพันธ์ (2554, น.3) ได้กล่าวถึงสถานการณ์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง รายละเอียดสถานการณ์ซึ่งประกอบด้วยปรากฏการณ์ใด ปรากฏการณ์หนึ่งหรือหลายปรากฏการณ์ ที่ต้องการคำอธิบายเพื่อทำความเข้าใจ โดย Eggen and Kauchak (2012, pp.230) ได้กล่าวว่า ปัญหาโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ (1) ปัญหาชนิดที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ (Well – Structured Problem) หมายถึง ปัญหาที่สามารถระบุคำตอบได้เพียงคำตอบเดียว (2) ปัญหาชนิดที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (ill – Structured Problem) หมายถึง ปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ซึ่ง สุธี พรหมหาญ (คัดลอกจาก ชันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน 2556, น.32) ได้วิเคราะห์ความแตกต่างของปัญหาทั้ง 2 ประเภท ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปัญหาชนิดที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ (Well – Structured Problem) กับ ปัญหาชนิดที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (ill – Structured Problem)

ปัญหาชนิดที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ (Well – Structured Problem)	ปัญหาชนิดที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (ill – Structured Problem)
1. นิยามปัญหาจัดทำได้ง่าย ชัดเจน	1. ปัญหาต้องสามารถนิยามและอาจนิยามใหม่ได้
2. ในปัญหามีการจัดให้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา	2. ต้องมีการสืบเสาะข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
3. มีจุดเน้นที่วิธีการแก้ปัญหา	3. มีจุดเน้นที่เป็นธรรมชาติของปัญหา
4. สามารถระบุคำตอบได้เพียงคำตอบเดียว	4. มีวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หลายแนวทาง
5. นิยามปัญหาได้ชัดเจนและย้อนหลังไปหาคำตอบได้	5. การแก้ปัญหาคำเนินไปโดยไม่มีนิยามปัญหาที่ชัดเจนหรือข้อมูลที่เพียงพอ
6. มีบริบทที่เป็นนามธรรม	6. มีบริบททางสังคม
7. มีแรงจูงใจต่ำในการแก้ปัญหา	7. มีแรงจูงใจสูงในการแก้ปัญหา

หมายเหตุ: ที่มา การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ ระดับอุดมศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. (น.32), ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน, 2556, บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วัลลี สัตยาชัย (2547) กล่าวว่า มหาวิทยาลัยมาสเตอร์ได้แบ่งชนิดสถานการณ์ปัญหาได้ 6 ประการ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ชนิดสถานการณ์ปัญหา 6 ประการ ซึ่งแบ่งโดย มหาวิทยาลัยสตรีท

ชนิดสถานการณ์ปัญหา	วัตถุประสงค์
1. สถานการณ์ปัญหาเชิงอธิบาย (Explanation Problem)	เพื่อให้ นักเรียน สามารถ อธิบาย ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น
2. สถานการณ์ปัญหาเชิงอภิปราย (Discussion Problem)	เพื่อให้ นักเรียน ได้โต้แย้งในประเด็น เดียวกัน ตามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคน
3. สถานการณ์ปัญหาเชิงยุทธศาสตร์ (Strategy Problem)	เพื่อให้ นักเรียน ฝึกใช้เหตุผลในการ ตัดสินใจแก้ปัญหา โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจในสาเหตุของปัญหา
4. สถานการณ์ปัญหาเชิงการศึกษา (Study Problem)	เพื่อให้ นักเรียน ไปศึกษาความรู้เพิ่มเติมใน เรื่องที่กำหนดให้
5. สถานการณ์ปัญหาเชิงประยุกต์ (Application Problem)	เพื่อให้ นักเรียน สามารถประยุกต์ความรู้ที่ เรียนมาในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจาก ขณะเรียนรู้เรื่องดังกล่าว
6. สถานการณ์ปัญหาหลายระดับ (Multi – Level Problem)	เพื่อให้ นักเรียน ศึกษาเชิงลึกในคำถามที่ กำหนด ใน แต่ละ คำถาม ซึ่ง จะมี ความสัมพันธ์กัน

2) ขั้นตอนการสร้างสถานการณ์ปัญหา

สถานการณ์ปัญหาเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะน่านักเรียนไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด ขั้นตอนการสร้างสถานการณ์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากการศึกษาวรรณกรรม 4 ฉบับ มีดังนี้

Delisle (1997, pp. 26 – 36) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีลำดับการวางแผน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกเนื้อหาและทักษะ (Selecting Content and Skills)
หมายถึง การศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาเพื่อกำหนดเนื้อหาและทักษะที่ต้องการให้เกิดกับตัวนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดแหล่งการเรียนรู้ (Determining Availability of Resources) หมายถึง ครูครูสำรวจแหล่งเรียนรู้ว่าเพียงพอหรือไม่ โดยสำรวจทั้งในโรงเรียนและแหล่งเรียนรู้อื่น ขั้นตอนนี้ครูควรดำเนินการก่อนที่จะเขียนปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 เขียนปัญหา (Writing a Problem Statement) หมายถึง การกำหนดสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนศึกษา โดยสถานการณ์ปัญหามีลักษณะ ดังนี้

1) เป็นการพัฒนาอย่างเหมาะสม โดยสามารถพัฒนาสติปัญญาและอารมณ์ สังคมของนักเรียน

2) คำนึงถึงประสบการณ์ของนักเรียน

3) มีความสอดคล้องกับหลักสูตรทั้งในด้านเนื้อหาและทักษะ

4) สามารถใช้การเรียนการสอนได้หลายวิธี

5) สถานการณ์ปัญหามีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 4 เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ (Choosing a Motivation Activity) หมายถึง การเลือกกิจกรรมที่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อให้มองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 สร้างคำถาม (Developing a Focus Question) หมายถึง การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการตั้งคำถาม

ขั้นตอนที่ 6 กำหนดวิธีการประเมินผล (Determining an Evaluation Strategy) ให้มีความหลากหลายโดยประเมินทั้งในด้านเนื้อหาและทักษะ

Eggen and Don Kauchak (2012, pp.226 - 228) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีลำดับการวางแผน ดังนี้

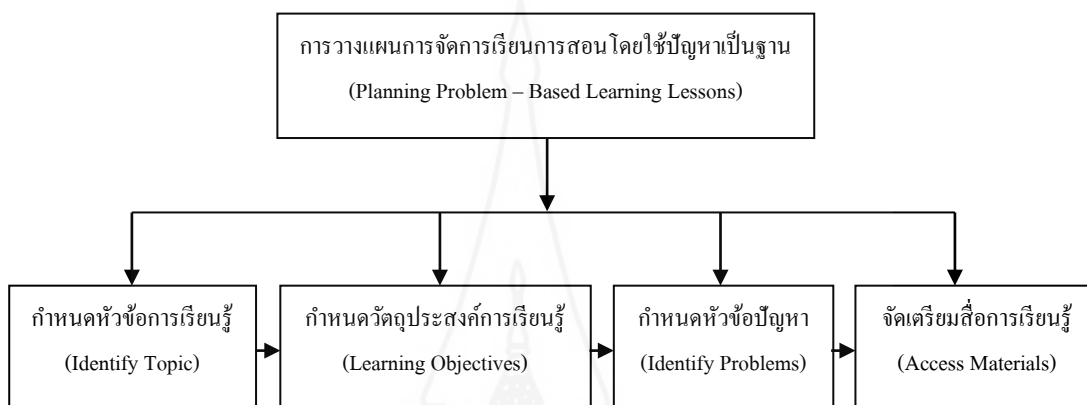
ขั้นตอนที่ 1 กำหนดหัวข้อการเรียนรู้ (Identify Topic) หมายถึง การกำหนดหัวข้อที่จะทำการจัดการเรียนการสอน เช่น แรง การออกแบบการทดลอง การหาพื้นที่ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objectives) หมายถึง การกำหนดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นหลังจากที่นักเรียนได้เรียนแล้ว โดยทั่วไปการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมี 2 เป้าหมายหลัก คือ เป้าหมายในแต่ละบทเรียน หมายถึง นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่กำหนด และเป้าหมายในระยะยาว หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดหัวข้อปัญหา (Identify Problems) หมายถึง การกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา ในการกำหนดสถานการณ์ปัญหามีความเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน เพราะ จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ (Access Materials) หมายถึง
การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนให้เพียงพอแก่นักเรียน

ขั้นตอนการวางแผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตาม
แนวคิดของ Paul Eggen and Don Kauchak สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการวางแผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการวางแผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ปรับปรุงจาก *Strategies and Models for Teachers: Teaching Content and Thinking Skills*. (pp 227), Paul Eggen and Don Kauchak, 2012, Boston: Pearson Education, Inc

วัลลี สัตยาศัย (2547, น.41 - 42) กล่าวว่า แนวทางการสร้างสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนแรก คือ เขียนวัตถุประสงค์การศึกษา (Learning Objective) ซึ่งต้องมีความชัดเจนเพื่อช่วยให้การเขียนสถานการณ์ปัญหากระทำได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ขั้นตอนต่อมา คือ การเลือกชนิดของโจทย์ปัญหาและจำนวนปัญหา โดยต้องมีการพิจารณาว่า ปัญหาในแต่ละข้อครอบคลุมวัตถุประสงค์ข้อใดบ้างและใช้เวลาในการศึกษาเท่าใด ขั้นตอนสุดท้าย คือ ตรวจสอบว่าเนื้อหาที่คาดว่านักเรียนจะเกิดการเรียนรู้หลังจากได้อ่านสถานการณ์ปัญหาและอภิปรายกันแล้ว ตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้ายังขาดหรือยังไม่ครอบคลุมอาจใช้วิธีการบรรยายเพิ่มเติม

ทิพวัลย์ สุทิน และปิยะพงศ์ โชติพันธ์ (2554, น.11 - 13) กล่าวว่า ขั้นตอนการออกแบบสถานการณ์ปัญหา มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดเนื้อหาสาระหลักที่จะจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การวิเคราะห์หลักสูตรต้องระบุ เป้าหมายรวมของรายวิชา ระบุ

มโนทัศน์ที่สำคัญ กำหนดรายละเอียดของเนื้อหารายวิชา ระดับของรายวิชาและวุฒิภาวะของนักเรียน เช่น ควรจะเรียนรายวิชานี้ตอนไหน เพื่อให้สอดคล้องกับความรู้พื้นฐานของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดสัดส่วนเนื้อหาในภาพรวมที่จะเลือกเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน หลังจากวิเคราะห์ภาพรวมของเนื้อหาสาระหลักก็สามารถกำหนดสัดส่วนว่าในหลักสูตรหรือรายวิชาจะสามารถจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหามากน้อยเพียงใด เช่น จัดได้เต็มทั้งวิชาที่เรียกว่า Full – PBL หรือเพียงบางส่วนที่เรียกว่า Hybrid – PBL ก็สามารถทำได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละโจทย์ปัญหา หลังจากกำหนดสัดส่วนได้แล้ว ก็พิจารณาว่าในร้อยละที่กำหนดไว้เมื่อดูจากตารางการเรียนการสอนแล้วจะสามารถเขียนเป็นโจทย์ปัญหาได้กี่ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้เพื่อพัฒนาโจทย์ปัญหาให้สอดคล้องกับประเภทความรู้ที่คาดหวังให้เกิดกับนักเรียนในแต่ละโจทย์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 เขียนโจทย์ปัญหาร่วมกับคณะครู โดยต้องกำหนดความลึกซึ้งของเนื้อหาที่จะเขียน โจทย์ปัญหา ควรถามคำถามที่เป็นปลายเปิด กำหนดข้อมูลว่าควรจะมากน้อยเพียงใด ที่จะช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจนบรรลุวัตถุประสงค์ของรายวิชา

ขั้นตอนที่ 6 ทดลองใช้โจทย์ปัญหา หลังจากคณะครูได้เขียนโจทย์ปัญหาเสร็จ ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องทดลองใช้โจทย์ปัญหา โดยในเบื้องต้นต้องนำเสนอโจทย์ปัญหาให้คณะครูได้อ่านและคาดคะเนวัตถุประสงค์การเรียนรู้พร้อมให้ข้อมูลย้อนกลับ ตลอดจนข้อเสนอแนะเมื่อปรับปรุงตามข้อเสนอแนะแล้วให้นำโจทย์ปัญหาไปทดลองใช้ โดยเลือกกลุ่มผู้ทดลองให้ใกล้เคียงกับกลุ่มนักเรียนจริง โดยให้เรียนรู้กระบวนการครบทุกขั้นตอนของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนที่ 7 ปรับปรุงเพื่อแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง หลังจากได้ทดลองใช้ก็ให้กลุ่มนักเรียนทดลองเรียนรู้จากโจทย์ปัญหาทดลอง ได้ประเมินโจทย์และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครู ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อครูจะนำไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้จริง

ขั้นตอนที่ 8 นำไปใช้กับกลุ่มนักเรียนจริงตามขั้นตอนการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนที่ 9 ประเมินผลหลังจากนำไปใช้จริง โดยนักเรียนและครูประเมินโจทย์ปัญหา เมื่อจบขั้นตอนการเรียนรู้ทุกขั้นตอน เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

จากวรรณกรรมทั้ง 4 ฉบับ พบว่า ในวรรณกรรมแต่ละฉบับมีจุดเด่นที่แตกต่างกัน แต่มีวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกัน คือ สร้างสถานการณ์ปัญหาที่จะน่านักเรียนไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนสำคัญของการสร้างสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์หลักสูตร เป็นขั้นตอนการศึกษาหลักสูตร ซึ่งในบริบทของงานวิจัยชิ้นนี้ คือ การศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ ได้แก่ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5 พลังงาน และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเนื้อหาที่จะสอนแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งในการวิจัยชิ้นนี้ คือ การเลือกเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสาระ/ตัวชี้วัดที่ต้องการสอน โดยเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นผลมาจากกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปสิ่งประดิษฐ์ แบบจำลอง วิธีการแก้ปัญหา เป็นต้น โดยคำนึงถึงบริบทของนักเรียนในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างและบริบทของโรงเรียนมีความแตกต่างกันด้วย ดังนั้น การเลือกเทคโนโลยีที่จะสอนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงต้องพิจารณาธรรมชาติของเนื้อหาและบริบทของโรงเรียนประกอบเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับวัยและชีวิตจริงของนักเรียนในแต่ละพื้นที่

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีความครอบคลุมตัวชี้วัดตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ คือ การนำเทคโนโลยีที่ต้องการให้นักเรียนศึกษามาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาฟิสิกส์กับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์นำมาใช้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดสถานการณ์ปัญหาและชนิดของปัญหา โดยให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดวิธีการวัดและประเมินผล เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ ครูควรกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

3) บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Fogarty (1997, pp.8) กล่าวว่า บทบาทของนักเรียน คือ ผู้มีส่วนได้เสีย (Stakeholders) โดยนักเรียนจะต้องออกแบบการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ซึ่งครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอน ดังนั้น การเรียนรู้โดยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบมากกว่าการเรียนรู้โดยวิธีอื่น

วัลลี สัตยาชัย (2547) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

(1) เปลี่ยนบทบาทจากผู้รับฟังและจดจำสิ่งที่ครูได้สอนในชั้นเรียน มาเป็นมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยจะต้องรับผิดชอบทั้งความก้าวหน้าของกลุ่มและของตนเอง

(2) นักเรียนจะต้องร่วมมือกับนักเรียนคนอื่นในการเรียนรู้ ตั้งแต่การสร้างวัตถุประสงค์การเรียนรู้ร่วมกัน การค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม การทำงานกลุ่มตามที่ได้รับมอบหมาย

(3) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมุ่งให้เกิดการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนภายในกลุ่ม ดังนั้น นักเรียนต้องทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน นอกจากนี้ต้องช่วยเหลือเพื่อนที่เรียนอ่อนเพื่อให้เรียนทันเพื่อนคนอื่นด้วย

เกียรติกำจร กุศล และฐิติพร ปานมา (2554, น.15) กล่าวถึงคุณลักษณะของนักเรียน ดังนี้

- (1) มีความกระตือรือร้น กล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น และช่างสงสัย ใฝ่รู้
- (2) รับผิดชอบต่อตนเองและกระบวนการกลุ่ม
- (3) อดทนและยอมรับความแตกต่างของเพื่อนในกลุ่ม
- (4) ยอมรับในสิ่งที่ตนไม่รู้และเข้าใจผิด เป็นกัลยาณมิตรต่อกัน ร่วมกันตัดสินใจ

- (5) วิพากษ์ ความคิดของผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์
- (6) ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง
- (7) ตรงเวลาและบริหารเวลาได้อย่างเหมาะสม
- (8) วิเคราะห์ ประเมินตนเองและเพื่อนในกลุ่มได้ถูกต้องตามความเป็นจริง

2.4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเริ่มต้นจากปัญหา นักเรียนจะทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จนเกิดกระทั่งเกิดเป็นความรู้ใหม่ ดังที่ ทิพวัลย์ สุทิน และปิยะพงศ์ โชติพันธ์ (2554, น.6) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรจัดสภาพแวดล้อมเพื่อสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างน้อย 3 ขั้นตอน คือ การกระตุ้นความรู้เดิม (Activation of Prior Knowledge) การเสริมสร้างความรู้ใหม่ที่เฉพาะเจาะจง (Encoding Specificity) และการสร้างความเข้าใจให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Elaboration of Knowledge) สถานการณ์ปัญหาเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้ง 3 ขั้นตอนนี้จากการศึกษาวรรณกรรมจำนวน 7 ฉบับ พบว่า นักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

Delisle (1997, pp.26 – 36) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the Problem) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีประสิทธิภาพ นักเรียนควรมีความรู้เกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดมีความสัมพันธ์กับตน ครูจะต้องออกแบบปัญหาที่มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การจัดโครงสร้าง (Setting Up the Structure) หลังจากที่ครูได้เชื่อมโยงระหว่างปัญหาหรือสถานการณ์กับตัวนักเรียนแล้ว ลำดับต่อไปจะกำหนดโครงสร้างเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนบันทึกลงในตารางที่ 2.10 ซึ่งประกอบด้วย (1) แนวคิด (Ideas) หมายถึง บันทึกสิ่งที่เป็นแนวความคิดการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (2) ข้อเท็จจริง (Facts) หมายถึง การบันทึกข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ในขณะที่ทำการอภิปรายในประเด็นนี้ ครูควรแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็น (3) ประเด็นการเรียนรู้ (Learning Issue) หมายถึง การบันทึกคำถามที่ต้องการรู้ ซึ่งคำตอบของคำถามจะช่วยนักเรียนในการแก้ปัญหา ประเด็นการเรียนรู้จะนำไปสู่รายละเอียด ความหมายหรือการวิจัย (4) แผนการเรียนรู้ (Action Plan) หมายถึง การหาคำตอบที่ต้องการ เช่น การถามผู้รู้ หนังสือ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

ตารางที่ 2.10 โครงสร้างของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิด	ข้อเท็จจริง	ประเด็นการเรียนรู้	แผนการเรียนรู้
(Ideas)	(Facts)	(Learning Issue)	(Action Plan)

หมายเหตุ : ปรับปรุงจาก How to Use Problem – Based Learning in the Classroom. (pp.32),
by Robert Delisle, 1997, California: A Sage Company. Alexandria: ASCD.

ขั้นตอนที่ 3 เตรียมพร้อมในการแก้ปัญหา (Visiting the Problem) นักเรียนจะร่วมกันวางแผนเพื่อเตรียมพร้อมในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาทีละประเด็นดังตารางที่ 2.10 ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งในแต่ละประเด็นจะมีความสัมพันธ์กัน หลังจากนั้นในกลุ่มจะแบ่งงานกันเพื่อไปศึกษาความรู้ตามที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 4 ทบทวนการแก้ปัญหา (Revisiting the Problem) หลังจากที่แต่ละคนไปศึกษาความรู้ที่กำหนดแล้ว ทุกคนจะมารวมกันเพื่อทบทวนการแก้ปัญหา โดยครูจะให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มรายงานผลการศึกษา ขณะเดียวกันครูจะประเมินทรัพยากรที่นักเรียนใช้ในการศึกษาและประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการให้น้ำหนักของหลักฐานและการเปรียบเทียบแนวคิด ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะการวิเคราะห์และการตัดสินใจ

ขั้นตอนที่ 5 ผลิตชิ้นงาน (Producing a Product or Performance) นักเรียนจะนำความรู้มาใช้ในการผลิตชิ้นงาน ผลงานที่นักเรียนผลิต ครูสามารถวัดผลการเรียนรู้และทักษะที่กำหนดไว้ได้

ขั้นตอนที่ 6 ประเมินผลงาน (Evaluating Performance and Problem) ผลงานจะถูกประเมินโดยครูและตัวนักเรียนเอง ซึ่งผลการประเมินจะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในบทเรียนต่อไป

Lambros (2002, pp.6-9) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับประถมศึกษา มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอปัญหาครูจะแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 – 7 คน จากนั้นจึงทำการนำเสนอปัญหาโดยใช้สื่อต่างๆ เช่น ภาพนิ่ง เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ วิดีทัศน์ เป็นต้น ซึ่งครูอาจให้นักเรียน 1 คน อ่านสถานการณ์ให้เพื่อนนักเรียนในห้องฟัง

ขั้นตอนที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากที่นักเรียนได้ทราบถึงปัญหาแล้ว นักเรียนจะวางแผนการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 2.11 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- (1) ข้อเท็จจริง (Facts) หมายถึง สิ่งที่นักเรียนได้จากปัญหา
- (2) สิ่งที่ต้องรู้ (Needs to Know) หมายถึง สิ่งที่ต้องทำความเข้าใจเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
- (3) ประเด็นในการเรียนรู้ (Learning Issues) หมายถึง สิ่งที่นักเรียนต้องค้นคว้า วิจัยหรือสืบค้นเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
- (4) การแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Possible Solution) หมายถึง แนวคิดในการแก้ปัญหาซึ่งนำไปสู่ประเด็นการเรียนรู้ใหม่ (New Learning Issues) ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นในการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 2.11 กระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดย Ann Lambros (2002)

ข้อเท็จจริง (Facts List)	สิ่งที่จำเป็นต้องรู้ (Need to Know)	ประเด็นในการเรียนรู้ (Learning Issues)
การแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Possible Solution)		ประเด็นการเรียนรู้ใหม่ (New Learning Issues)
วิธีการแก้ปัญหา(Defendable Solution (s))		

หมายเหตุ: ปรับปรุงจาก Problem – Based Learning in K – 8 Classrooms. A Teacher’s Guide to Implementation. (pp.8), by Ann Lambros, 2002, California: Corwin Press, Inc.

ขั้นตอนที่ 3 ตั้งสมมติฐานหลังจากที่นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลได้แล้ว นักเรียนจะคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยการตั้งสมมติฐาน 2 – 3 ข้อ จากนั้นเลือก 1 ข้อ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

Torp and Sage (2002, pp.35 - 46) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมของนักเรียน (Prepare the Learning) มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนซึ่งจะต้องเป็นผู้เผชิญกับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูควรหลีกเลี่ยงการสอนเนื้อหาก่อนที่จะเกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนด เพราะ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะแตกต่างจากการสอนวิธีอื่น คือ นักเรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาและทักษะผ่านการแก้ปัญหา การเตรียมความพร้อมของนักเรียนดำเนินการโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนทำการอภิปรายในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอนอย่างกว้างๆ

ขั้นตอนที่ 2 สัมผัสปัญหา (Meet the Problem) มีจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดบทบาทของนักเรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความต้องการในการแก้ปัญหา ในบางครั้งการกำหนดบทบาทให้นักเรียนเป็นอาชีพต่างๆ เช่น วิศวกร ที่ปรึกษา หรืออาชีพอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าอยู่ในสถานการณ์จริง ในการสำรวจปัญหาครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นนิยามว่า เรารู้อะไร (What We Know) เราจำเป็นต้องรู้อะไร (What We Need to Know) และแนวคิดของเรา (Our Ideas) มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่ตนรู้ สิ่งที่ต้องจำเป็นต้องรู้ และแนวคิดของตนที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งเป็นการกระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียนและเตรียมเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ครูทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะ ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่รู้ (Know) สิ่งที่ต้องการรู้ (Need to Know) และแนวคิด (Ideas) ลงในตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 ผลลัพธ์ของขั้นตอนที่ 3 ของ Linda Torp and Sara Sage (2002).

สิ่งที่รู้ (Know)	สิ่งที่ต้องการรู้ (Need to Know)	แนวคิด (Ideas)
-------------------	----------------------------------	----------------

หมายเหตุ : ปรับปรุงจาก Problems as Possibilities : Problem – Based Learning for K – 16

Education. (pp.40), by Linda Torp and Sara Sage, 2002, Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดปัญหา (Define the Problem Statement) จุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนต้องเผชิญและกำหนดเงื่อนไขข้อขัดแย้งซึ่งจะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหานั้น

ขั้นตอนที่ 5 การรวบรวมข้อมูล (Gather and Share Information) จุดมุ่งหมายเพื่อ (1) นักเรียนวางแผนในการเก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูล (2) ความรู้ใหม่ที่ได้รับความช่วยเหลือให้เข้าใจปัญหาได้อย่างไรและประเมินว่าข้อมูลใหม่เหล่านั้นช่วยในการเข้าใจปัญหาได้อย่างไร และ (3) ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการสื่อสารระหว่างกันและมีการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งจะช่วยให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 6 การสร้างวิธีการหาคำตอบที่เป็นไปได้ (Generate Possible Solutions) จุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงวิธีการหาคำตอบที่เป็นไปได้ออกมาซึ่งวิธีการหาคำตอบที่เป็นไปได้อาจมีความเชื่อมโยงกับข้อมูลที่นักเรียนได้เก็บรวบรวม

ขั้นตอนที่ 7 กำหนดวิธีการที่ดีที่สุด (Determine the Best Fit of Solutions) จุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้เทียบเคียงวิธีการหาคำตอบในแต่ละวิธี โดยประเมินจากข้อดีและผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละวิธี

ขั้นตอนที่ 8 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและการประเมินผลงาน (Present the Solution and Performance Assessment) จุดมุ่งหมายเพื่อนักเรียนเชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้และความสำคัญของความรู้ โดยนักเรียนจะเป็นผู้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือผลงานและจะมีการประเมินงานด้วย

ขั้นตอนที่ 9 สอบถามปัญหา (Debrief the Problem) จุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนสะท้อนในสิ่งที่ได้เรียนรู้และอภิปรายในประเด็นที่ควรศึกษาเพิ่มเติม

Eggen and Kauchak (2012, pp.228 - 233) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2 ระดับ คือ (1) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่กำหนดขึ้นได้และมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และ (2) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนและเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ประสิทธิภาพดังกล่าว สามารถเกิดขึ้นได้โดยใช้กระบวนการเรียนการสอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอปัญหา (Review and Present Problem)การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เริ่มต้นจากการตรวจสอบความรู้เดิมที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาและนำเสนอปัญหาให้กับนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างกลยุทธ์ (Devise a Strategy)นักเรียนจะสร้างกลยุทธ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหานักเรียน ถ้าแนวทางการแก้ปัญหานักเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรใช้วิธีการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนทบทวนแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนไม่ใช้เวลากับวิธีการดังกล่าวมากเกินไป

ขั้นตอนที่ 3 นำกลยุทธ์ไปใช้ (Implement the Strategy)ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะนำกลยุทธ์ที่สร้างขึ้นนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ถึงอย่างไรก็ตามการนำกลยุทธ์ไปใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนอาจมีอุปสรรคเกิดขึ้น ครูควรนำเทคนิคการสอนแบบการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) มาใช้ เพื่อช่วยเหลือนักเรียนในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาดด้วยตนเองได้

ขั้นตอนที่ 4 การอภิปรายและประเมินผล (Discuss and Evaluate Results) ขั้นตอนสุดท้าย ครูจะใช้คำถามเพื่อประเมินความถูกต้องของวิธีการที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้ง 4 ขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์
ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอปัญหา (Review and Present Problem) ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนที่จำเป็นต้องใช้ในการ แก้ปัญหา นำเสนอปัญหาให้กับนักเรียนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา อย่างเป็นรูปธรรม	- ดึงดูดนักเรียนเข้าสู่บทเรียน - ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน - เตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่บทเรียน
ขั้นตอนที่ 2 สร้างกลยุทธ์ (Devise a Strategy) นักเรียนสร้างกลยุทธ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และครูให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เกี่ยวกับกลยุทธ์ดังกล่าว	- เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนมีวิธีการ แก้ปัญหาที่เป็นไปได้
ขั้นตอนที่ 3 นำกลยุทธ์ไปใช้ (Implement the Strategy) นักเรียนนำกลยุทธ์มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีครูเป็นผู้ดูแลและให้ข้อมูลย้อนกลับ	- เพื่อให้ให้นักเรียนมีประสบการณ์ใน การแก้ปัญหา
ขั้นตอนที่ 4 การอภิปรายและประเมินผล (Discuss and Evaluate Results) ครูให้คำแนะนำในการอภิปรายเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหานักเรียน	- เพื่อเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน

หมายเหตุ : ปรับปรุงจาก Strategies and Models for Teachers Teaching Content and Thinking Skills. (pp.228), by Paul Eggen and Don Kauchak, 2012, Boston: Pearson Education, Inc.

ยรววัฒน์ คล้ายมงคล (2545 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2554, น.60 – 61)
 เสนอกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมปัญหา จุดมุ่งหมายเพื่อสร้างปัญหาสำหรับการเรียนให้ได้
 ตามสาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหาจุดมุ่งหมาย เพื่อทำให้นักเรียนมี
 ความรู้สึว่าปัญหามีความสำคัญ และนำไปให้ความสนใจและเวลาดำเนินการและเพื่อนำเสนอปัญหา
 วิธีสอนและเทคนิคการสอนได้แก่ ใช้การอภิปรายที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม การใช้คำถามที่
 กระตุ้นประสบการณ์เดิม บทบาทสมมติ สถานการณ์จำลองและการทดลอง

ขั้นตอนที่ 3 สร้างกรอบของการศึกษาจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างกรอบหรือ
 ขอบเขตที่ชัดเจนที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าเป็นรูปธรรมชัดเจน ดำเนินต่อไปได้ง่ายและเป็นไป

ตามทิศทางที่กำหนดวิธีสอนและเทคนิคการสอนได้แก่ ใช้การระดมสมอง การเขียนตารางแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาที่รู้ ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม วิธีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และเทคนิคการระดมสมองเพื่อช่วยหาแนวคิด

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อยจุดมุ่งหมาย เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ แก้ปัญหาตามที่กำหนดไว้ในกรอบการศึกษาวิธีสอนและเทคนิคการสอนได้แก่ใช้บทบาทสมมติ สถานการณ์จำลอง เพื่อฝึกทักษะการค้นคว้าและการทำงานกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ และกิจกรรมกลุ่มเพื่อฝึกทักษะการค้นคว้าและทำงานกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 5 ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหาจุดมุ่งหมาย เพื่อประเมินความเป็นไปได้ ความเหมาะสมของแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า และเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาวิธีสอนและเทคนิคการสอนได้แก่ ใช้การอภิปรายข้อดี ข้อเสีย จุดเด่น จุดด้อยของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธี

ขั้นตอนที่ 6 สร้างผลงานจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างชิ้นงานหรือดำเนินการตามแนวทางที่กำหนดไว้วิธีสอนและเทคนิคการสอน ได้แก่ ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินผลการเรียนรู้จุดมุ่งหมาย เพื่อสรุปสาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการประเมินการเรียนรู้และสร้างความเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกี่ยวข้องวิธีสอนและเทคนิคการสอน ได้แก่ ใช้เทคนิค Mind Mapping

อัญชลี ชยานุวัชร (2554, น.22 – 24) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการที่ใกล้เคียงกับกระบวนการวิจัย การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานรูปแบบที่ใช้ในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ มี 7 ขั้นตอน เป็นรูปแบบของมหาวิทยาลัยลุนด์ (Lund University in Sweden) และมหาวิทยาลัยอีราสมุส (Erasmus University in the Netherlands) ขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจัดไว้เป็นกิจกรรมในกลุ่มย่อย ประกอบด้วยสมาชิก ระหว่าง 8 – 12 คน มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 อธิบายคำศัพท์ที่ไม่เข้าใจ (Clarifying Unfamiliar Terms) กลุ่มนักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจคำศัพท์และข้อความที่ปรากฏอยู่ในโจทย์ปัญหาให้ชัดเจน

ขั้นตอนที่ 2 ระบุปัญหา (Problem Definition) กลุ่มนักเรียนร่วมกันระบุปัญหาหลักที่ปรากฏในโจทย์ปัญหาและตั้งคำถามจากโจทย์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ระดมสมอง (Brainstorm) กลุ่มนักเรียนระดมสมองจากคำถามที่กลุ่มร่วมกันกำหนดขึ้น โดยอาศัยความรู้เดิมของสมาชิกกลุ่มทุกคน โดยถือว่าทุกความคิดมีความสำคัญ ดังนั้น จะต้องรับฟังซึ่งกันและกัน

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ปัญหา (Analyzing the Problem) กลุ่มนักเรียนอธิบายวิเคราะห์ปัญหาและตั้งสมมติฐานที่เชื่อมโยงกันกับปัญหาตามที่ได้ระดมสมองกัน ช่วยกันคิดอย่างมีเหตุผล สรุปเป็นความรู้และแนวคิดของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 5 สร้างประเด็นการเรียนรู้ (Formulating Learning Issues) กลุ่มนักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้กลุ่มนักเรียนจะร่วมกันสรุปว่า ความรู้ส่วนใดรู้แล้ว ส่วนใดที่ยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่ออธิบายปัญหานั้น

ขั้นตอนที่ 6 ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง (Self – Study) กลุ่มนักเรียนค้นคว้า หาคำอธิบายตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยรวบรวมข้อมูลความรู้และสารสนเทศจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ผู้รู้ ฯลฯ เพื่อค้นหาคำตอบให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และเป็นการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 7 รายงานต่อกลุ่ม (Reporting) กลุ่มนักเรียนนำรายงานข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่ที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติมมาอภิปราย วิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้และนำมาเสนอต่อกลุ่มในแต่ละประเด็นการเรียนรู้

ประสาท เนืองเฉลิม (2558, น.176 – 178) นำเสนอกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถดำเนินการได้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมความพร้อมของนักเรียน ครูต้องทำการวิเคราะห์ความรู้ความสามารถและทักษะที่นักเรียนมีเป็นพื้นฐานเดิม และสิ่งที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม ซึ่งการวิเคราะห์นี้อาจได้มาจากการสังเกต การสัมภาษณ์ โดยครูต้องเชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้เป็นพื้นฐานเพียงแต่มากน้อยแตกต่างกัน หลังจากนั้นครูทำการปฐมนิเทศแนวทางการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนทราบวิธีการเรียนการสอน บทบาทของครูและนักเรียน ระยะเวลาในการเรียนหรือเงื่อนไขอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 เสนอสถานการณ์ของปัญหา ครูอาจเกริ่นนำเพื่อเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของนักเรียนกับสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนจะได้พบ หรือนักเรียนเป็นผู้นำเสนอประเด็นปัญหา ครูแจ้งวัตถุประสงค์หรือประเด็นปัญหาที่ต้องการให้แก้ไขร่วมกัน ซึ่งครูต้องปรับบทบาทให้ตนเองเป็นผู้เสนอแนะหรือเป็นที่ปรึกษาในการวิเคราะห์ปัญหา รวมทั้งนำเสนอแหล่งข้อมูลที่เตรียมไว้และแหล่งข้อมูลภายนอกที่นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาภายในกลุ่มเพื่อกำหนดกรอบหรือขอบเขตที่จะศึกษาแนวทางการแก้ปัญหา การกำหนด

กรอบก็เปรียบเสมือนการวางแนวทางที่จะดำเนินการ มองเห็นภาพและเป้าหมายร่วมกัน รวมถึงการกำหนดวิธีการที่จะทำให้การศึกษาหาคำตอบบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ให้ชัดเจนขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 สร้างสมมติฐาน นักเรียนแบ่งกลุ่มและช่วยกันระดมความคิดเห็นจากสมาชิกภายในกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และเชื่อมโยงแนวคิดของแต่ละคน อาศัยความรู้เดิมเป็นข้อมูลในการสร้างสมมติฐาน จากนั้นร่วมกันจำแนกและคัดเลือกแต่ละสมมติฐานที่น่าจะเป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 5 ค้นหาข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน ขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละคน ค้นหาหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลภายในและภายนอกตามที่ได้แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ การค้นหาหาข้อมูลจะช่วยให้ นักเรียน ได้ขยายกรอบแนวคิด เกิดมุมมองที่กว้างขึ้นและมีข้อมูลที่มากพอต่อการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา สมาชิกในกลุ่มปรึกษาร่วมกันเพื่อพิจารณาเลือกสมมติฐานที่น่าจะเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด โดยข้อมูลที่ได้รับนั้น ต้องเกิดจากการคิดและลงมือสืบเสาะหาข้อมูลร่วมกัน ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาดตนเองในหลายๆด้าน เกิดการปรับเปลี่ยนมุมมองต่อวิธีการทำงานและการสร้างความรู้

ขั้นตอนที่ 7 สร้างผลงานตามแนวทางที่เลือก นักเรียนช่วยกันนำแนวทางที่เลือกไปทดลองแก้ปัญหา หากแก้ปัญหาไม่ได้ก็ให้ใช้ทางเลือกข้อถัดไป หรือค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงทางเลือกนั้นให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและนำไปทดลองใหม่อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 ประเมินผลโดยวิธีการที่หลากหลาย นักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหาหรือแนวทางแก้ปัญหามาขึ้นเรียน การประเมินจะไม่วัดเฉพาะความรู้หรือผลงานสุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่จะวัดกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลงานด้วย การประเมินสามารถวัดได้จากแบบทดสอบ แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต หรือวิธีการประเมินอื่นๆ

จากวรรณกรรมทั้ง 7 ฉบับ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยผู้วิจัย

Delislse (199, pp.26 – 36)	Lambros, (2002, pp.6-9)	Torp and Sage, (2002, pp.35 – 46)	Eggen and Kauchak, (2012, pp.228 – 233)	ยศวินต์คล้ายมงคล (2545 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ 2554, น.60 – 61)	อัญชลี ชยานุวัชร (2554, น.22 – 24)	ประสาทเนื่องเฉลิม (2558, น.176 – 178)	ผลการสังเคราะห์ โดยผู้วิจัย
		1.การเตรียมความพร้อมนักเรียน		1.เตรียมปัญหา	1.อธิบายคำศัพท์ที่ไม่เข้าใจ	1.เตรียมความพร้อมของนักเรียน	1.สร้างสถานการณ์ปัญหา
1.การเชื่อมโยงปัญหา	1.นำเสนอปัญหา	2.สำรวจปัญหา	1.นำเสนอปัญหา	2.สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา	2.ระบุปัญหา	2.เสนอสถานการณ์ปัญหา	2.ระบุประเด็นปัญหา
2.การจัดโครงสร้าง 3.การเตรียมพร้อมในการแก้ปัญหา		3.ขั้นนิยาม 4.กำหนดปัญหา		3.สร้างกรอบการศึกษา	3.ระดมสมอง 4.วิเคราะห์ปัญหา 5.สร้างประเด็นการเรียนรู้	3.กำหนดกรอบการศึกษา	3.เก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลและจัดระบบข้อมูล
4.ทบทวนการแก้ปัญหา	2.เก็บรวบรวมข้อมูล	5.การเก็บรวบรวมข้อมูล		4.ศึกษาค้นคว้า	6.ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	4.สร้างสมมติฐาน 5.ค้นคว้าข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน	4.ตั้งสมมติฐาน
	3.ตั้งสมมติฐาน	6.สร้างวิธีการหาคำตอบที่เป็นไปได้	2.สร้างกลยุทธ์				
		7.กำหนดวิธีการที่ดีที่สุด		5.ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา		6.ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา	5.ประเมินเพื่อตัดสินใจเลือกสมมติฐาน
5.ผลิตชิ้นงาน		8.นำเสนอวิธีการ	3.นำกลยุทธ์ไปใช้	6.สร้างผลงาน		7.สร้างผลงาน	6.ผลิตผลงาน
6.ประเมินผลงาน		แก้ปัญหาละ ประเมินผลงาน	4.การอภิปรายและ ประเมินผล	7.ประเมินผลการเรียนรู้	7.รายงานต่อกลุ่ม	8.ประเมินผลโดยวิธีการที่หลากหลาย	7.ประเมินผลงาน
		9.สอบถามปัญหา					

ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมความพร้อมของนักเรียน เป็นการปฐมนิเทศนักเรียนให้ทราบถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอน บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ครูจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียนในรูปแบบต่างๆ เช่น วิดิทัศน์ ภาพนิ่ง สิ่งพิมพ์ เป็นต้น โดยครูจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้เดิมออกมาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ระดมสมองเพื่อจัดโครงสร้างข้อมูล นักเรียนจะทำการระดมสมองเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ โดยจำแนกข้อมูลเป็น 2 ประเภท คือ (1) ข้อเท็จจริงหรือสิ่งที่ทราบแล้ว (2) ข้อมูลที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม ผลการระดมสมองจะบันทึกลงในตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 ตารางบันทึกผลการระดมสมองขั้นตอนที่ 3

ข้อเท็จจริงหรือสิ่งที่ทราบแล้ว	ข้อมูลที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม	
	ประเด็น	แนวทางการค้นคว้าเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้ในตารางที่ 2 – 12 หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเป็นพื้นฐานในการกำหนดสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินทางเลือกเพื่อตัดสินใจเลือกสมมติฐาน หลังจากที่นักเรียนกำหนดสมมติฐานแล้ว นักเรียนจะทำการตัดสินใจในการเลือกสมมติฐานเพื่อใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูได้นำเสนอ

ขั้นตอนที่ 6 ผลิตผลงาน เมื่อนักเรียนตัดสินใจเลือกสมมติฐานแล้ว นักเรียนจะทำการผลิตผลงานภายใต้สมมติฐานที่เลือกไว้

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินผลงาน นักเรียนจะนำผลงานของแต่ละกลุ่ม มานำเสนอให้เพื่อนในชั้นเรียนทราบ โดยครู เพื่อนในชั้นเรียนจะร่วมกันประเมินผลงาน และนักเรียนจะต้องประเมินผลงานของตนเองด้วย ผลการประเมินครูจะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนานักเรียนในการทำกิจกรรมในครั้งต่อไป

2.4.4 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ข้อมูลที่ได้รับจากการวัดและประเมินผลจะทำให้ครูทราบถึงประสิทธิผลในการจัดการเรียนการสอนในด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ตามที่ได้กำหนดไว้ จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 3 ฉบับ มีดังนี้

วลี สัตยาสัย (2547, น.71) กล่าวว่า การประเมินการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการประเมิน

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาขอบเขต เกณฑ์ วิธีการและสิ่งที่จะประเมิน

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดผู้ประเมินว่ามีใครบ้างที่จะเป็นผู้ประเมิน โดยผู้ประเมินควรครอบคลุมทุกด้านของกิจกรรม เช่น นักเรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมิน ครูประเมิน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 เลือกใช้เทคนิคและเครื่องมือในการประเมินที่หลากหลาย โดยต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและวัตถุประสงค์ของรายวิชา รวมไปถึงสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน เช่น ใช้การทดสอบ ใช้การสัมภาษณ์ ใช้การสังเกตพฤติกรรม ใช้แบบสอบถาม ใช้การบันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง ใช้แบบประเมินตนเอง ใช้แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดเวลาและสถานที่ที่จะประเมิน เช่น การประเมินระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม การประเมินระหว่างทำโครงการ

ขั้นตอนที่ 6 วิเคราะห์ผลและจัดการข้อมูลการประเมิน โดยนำเสนอรายการกระบวนการ แฟ้มสะสมผลงาน การบันทึกข้อมูล ผลการสอบ

ขั้นตอนที่ 7 สรุปผลการประเมินเพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องของการเรียนรู้และพัฒนานักเรียน รวมทั้งปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน และในกรณีที่เป็นการประเมินผลสรุปรวมเพื่อตัดสินผลการเรียน ควรพิจารณาใช้เกณฑ์ที่กำหนด และนำผลการประเมินระหว่างเรียนมาประกอบการพิจารณาด้วยเสมอ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, น.61) กล่าวว่า การประเมินการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักควรดำเนินการ ดังนี้

1) การประเมินความรู้ เป็นการประเมินความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพ ซึ่งได้จากการศึกษาค้นคว้าและการขึ้นำการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ประเมินจากการให้นักเรียนตอบคำถาม เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2) การประเมินสมรรถภาพในการใช้กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ เป็นการประเมินความสามารถในการค้นคว้าด้วยตนเองของนักเรียน ซึ่งวิธีการประเมินทำได้ทั้งการให้นักเรียนประเมินตนเองหรือให้ผู้เกี่ยวข้องในการเรียนของนักเรียนร่วมประเมินด้วย

3) การประเมินสมรรถภาพในการชี้นำด้วยตนเองเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ขอมรับตนเอง ประเมินตนเอง ตามความเป็นจริง

4) การประเมินสมรรถภาพในการทำงานเป็นกลุ่มเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนขณะอยู่ในกลุ่ม โดยกลุ่มจะเรียนรู้ไปพร้อมๆกันจากการช่วยกันทำงาน และค้นคว้าหาความรู้

ประสาท เนืองเฉลิม (2558, น.179 – 180) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเองและประเมินเพื่อนในกลุ่มด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลาย ประกอบด้วย การประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน (Formative Assessment) เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรและควรปรับปรุงข้อใดบ้าง และการประเมินความก้าวหน้าแบบผลรวม (Summative Assessment) เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีเพียงใด สามารถนำไปใช้ในสภาพจริงได้มากน้อยเพียงใด

2.4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถพัฒนานักเรียนในด้านต่างๆ ดังนี้

ทวีพงศ์ ศรีสุวรรณ (2553) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชา ฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง คลื่น เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และประเมินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการประเมินตามสภาพจริง พบว่า นักเรียนมีการทำกิจกรรมร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น มัลติมีเดีย (Multimedia) ข้อความ (Text) ภาพนิ่ง (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animate) วิดิทัศน์ (Video) และเสียง (Sound) เป็นต้น สามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ นอกจากนี้การประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ควรเน้นผลงานของนักเรียนเพียงอย่างเดียว ควรประเมินกระบวนการทำงานควบคู่ไปด้วย

ธีราพร นามวงษ์ (2555) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของไหล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน

หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูควรมีการเตรียมความพร้อมในการสอน โดยศึกษากิจกรรม รายละเอียดของใบงานและใบความรู้ให้ละเอียดก่อนจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้การเสริมแรงมีส่วนสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ, มานิต บุญประเสริฐ, และพรรณราย ทรัพย์ะประภา(2555) ได้พัฒนารูปแบบการสอนแบบนำตนเองโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองเรียนโดยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีการบรรยาย พบว่า หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยครูจะต้องชี้แจงวิธีการเรียนและจัดสรรเวลาในการเรียนให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน

วลัยลักษณ์ คตะวงศ์ (2555) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ระหว่างการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ไม่แตกต่างกัน ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนทั้ง 2 แบบ มีลำดับขั้นตอนที่คล้ายกัน ส่งผลให้นักเรียนมีการใช้เหตุผล สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในต่างประเทศ ผู้วิจัยได้ศึกษาจำนวน 3 ฉบับ ดังนี้

Sahin (2010) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียน

ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กัน ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการด้านอื่นๆ อย่างเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากระดับพื้นฐานไปถึงระดับเชี่ยวชาญได้

Hirca (2011) ได้ศึกษาผลย้อนกลับ (Feedback) จากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผลย้อนกลับจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาฟิสิกส์ แบ่งได้ 3 ประเด็น คือ (1) ความรู้สึกที่มีต่อกิจกรรม พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนทำให้ได้รับความรู้ใหม่ กิจกรรมมีความท้าทาย (2) สิ่งที่ได้รับจากการเรียนฟิสิกส์ พบว่า กระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้มีความมั่นใจในการเรียนฟิสิกส์ส่งผลให้มีความพึงพอใจในการเรียน (3) ความกังวลเกี่ยวกับกิจกรรม พบว่า นักเรียนไม่สามารถทำกิจกรรมได้สำเร็จ เพราะ ขาดความพร้อมด้านเครื่องมือและความสามารถในการประดิษฐ์ชิ้นงานผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

Yeo, Tan, and Lee (2012) ได้ทำการศึกษากิจกรรมที่เกิดขึ้นในห้องเรียนวิชาฟิสิกส์ ขณะจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า กิจกรรมในห้องเรียนเริ่มจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของนักเรียน โดยอยู่ในขอบเขตสาระการเรียนรู้ที่หลักสูตรกำหนด ครูมอบหมายให้นักเรียนกำหนดสมมติฐานจากปัญหาแล้วทำการสืบค้นเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา การสืบค้น ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ การบรรยายโดยครูและการแก้ปัญหาด้วยตัวนักเรียนเอง เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลครบถ้วนแล้ว จะทำการระดมสมองเพื่อเสนอวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นนำเสนอในชั้นเรียนผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์เรียนรู้ในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ฝึกกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการเข้าสู่สังคมฐานความรู้ (Knowledge – Based Society)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เริ่มจากครูนำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียน โดยการนำเสนอจะใช้สื่อที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากนั้นนักเรียนจะทำการสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหา หลังจากได้ข้อมูลครบถ้วนแล้วนักเรียนจะระดมสมองเพื่อกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ผลิตผลงานและนำเสนอในชั้นเรียน การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถ

พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำงานร่วมกัน เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ เป็นต้น ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนควบคู่กับแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีหลักการเพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งการจัดสภาพแวดล้อมตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) สามารถพัฒนาการเรียนรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนได้ (Nam & Osman, 2017) สอดคล้องกับ Koehler, Binns and Bloom (2016) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนได้ เพราะ เป็นการจัดการเรียนสอนที่มีสภาพแวดล้อมตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นปรัชญาการศึกษาที่ตั้งอยู่บนฐานความเชื่อที่ว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองซึ่งความรู้นี้จะฝังติดอยู่กับคน สร้างดังนั้นความรู้ของแต่ละคนเป็นความรู้เฉพาะตัวเป็นสิ่งที่คนสร้างขึ้นเองเท่านั้น โดยนักเรียนจะเป็นผู้กำหนดหรือมีส่วนร่วมในการกำหนดสิ่งที่จะเรียนและวิธีการเรียนของตนเองและเป็นผู้ตัดสินใจว่าตนเองจะได้เรียนรู้อะไร เรียนรู้อย่างไรและพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองอย่างไร สามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในบริบทอื่นได้อย่างเหมาะสม เรียนรู้จากการปฏิบัติมีอิสระในการคิดและทำสิ่งต่างๆเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนด้วยตนเองและเรียนรู้บรรยากาศการเรียนที่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายใต้การอำนวยความสะดวกของครู

2.5.1 ความหมายของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์และวิกตอทสกี (ทิสนา แคมมณี 2554, น.90 – 91) เพียเจต์ อธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดสถานะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา ส่วนวิกตอทสกี ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคม ซึ่งเขาให้ความสำคัญกับแตกต่างระหว่างบุคคลและการให้ความช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่

ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ วีก็อตสกี ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ “Zone of Proximal development” เขาอธิบายว่าเด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาที่ตนเป็นอยู่และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปถึงให้ถึงช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปถึง ช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับที่เด็กมีศักยภาพจะเจริญเติบโตนี้เองที่เรียกว่า “Zone of Proximal development” ซึ่งเขาเชื่อว่าการช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็กจะช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของเด็กได้

จากแนวคิดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูลซึ่งเป็นกระบวนการทางสติปัญญาควบคู่ไปกับการกระบวนการทางสังคม

2.5.2 องค์ประกอบของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ คือ

- 1) โครงสร้างทางปัญญา (Schema) หรือความรู้เดิม ซึ่งนักเรียนเมื่อได้รับความรู้ใหม่ จะนำความรู้นั้นเข้าไปอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ก่อน
- 2) กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) หมายถึง กระบวนการทางสมองที่ใช้ในการทำความเข้าใจความรู้ที่ได้รับมา ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ (1). กระบวนการดูดซึม (Assimilation) จะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่สามารถเข้ากับความรู้เดิมได้ (2). กระบวนการปรับสถานะ (Accommodation) จะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่กับความรู้เดิมไม่สามารถเข้ากันได้ นักเรียนจะเกิดสถานะที่เรียกว่า สถานะไม่สมดุลหรือภาวะงุนงงสงสัย นักเรียนจะมีการปรับโครงสร้างทางปัญญาใหม่เพื่อให้อยู่ในสถานะสมดุลหรือมีความเข้าใจในความรู้ที่ได้รับมาใหม่นั้นเอง
- 3) ความรู้ใหม่ ได้แก่ ข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้ ความรู้สึกประสบการณ์ใหม่ๆที่นักเรียนรับเข้าไป

2.5.3 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองในการเรียนรู้

ทิสนา แคมมณี (2554) ได้นำเสนอการนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

- 1) ผลของการเรียนรู้จะเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนเห็น นักเรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
- 2) เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียน ไปสู่การสาธิตการแปลและการสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่างๆจะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3) ในการเรียนการสอน นักเรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว นักเรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะต้องออกไปสถานที่จริงเสมอ แต่ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ หรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริง มีความสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง กับสิ่งนั้นจนเกิดความเข้าใจ

4) ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องจัดบรรยากาศทางสังคมให้เกิดขึ้น กล่าวคือ นักเรียนจะต้องมีโอกาสในการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและบุคคลอื่นๆ ทำให้การเรียนรู้กว้างขึ้นและซับซ้อนขึ้น

5) ในการเรียนการสอน นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่

6) บทบาทของครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ ครูจะเป็นผู้สร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน จัดเตรียมกิจกรรมให้กับนักเรียน ดูแลนักเรียนเมื่อเกิดปัญหา

7) ในการประเมินผลการเรียนรู้ จะใช้การประเมินผลที่หลากหลาย เช่น การประเมินจากเพื่อน การประเมินโดยแฟ้มสะสมงาน การประเมินตนเอง เป็นต้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า มีแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและผลจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ธิระกุล (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับแบบปกติพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีลักษณะการเรียนรู้โดยมีพื้นฐานจากการสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ นอกจากนี้คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติผลการอภิปรายของ

งานวิจัยฉบับนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างหลักการ แนวคิดและทักษะของแต่ละวิชา ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การคิดและการปฏิบัติ ช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และความคิดเชิงวิพากษ์ ทำให้นักเรียนมีความสนใจเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

Thananuwong (2015) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้ของเล่นวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการสังเกตชั้นเรียน แบบสอบถามและการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์และมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอน ระดับดีมาก ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า นักเรียนได้เรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์จากการออกแบบและประดิษฐ์ของเล่น นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เนื่องจากของเล่นเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตของทุกวัย การออกแบบ การประดิษฐ์และการซ่อมแซมของเล่นด้วยตนเองสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อของเล่นและฝึกทักษะพื้นฐานในการซ่อมบ้าน สิ่งของเครื่องใช้ในครัวเรือนได้

Wilhelm (2014) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ดวงจันทร์ มีการบูรณาการเทคโนโลยี เช่น โปรแกรม Stellarium โปรแกรม GSP การใช้ Blog เป็นต้น ครูจะมีบทบาทในการกลั่นกรองภาระงานเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามลำดับขั้น นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ผลการศึกษา พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ และเทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Anwari et al. (2015) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้า เพื่อพัฒนาเมตาคognition) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบเมตาคognition โดยใช้แบบทดสอบ Metacognitive Activities Inventory (MCAI) ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันในระดับที่ลึก นอกจากนี้ยังฝึกทักษะการคิดและแก้ปัญหา นำข้อผิดพลาดจากการออกแบบมา

ปรับปรุงเพื่อให้ผลงานบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ แต่ถึงอย่างไรก็ตามประสบการณ์และความรู้เดิมมีส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเมื่อครูจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

Hiong and Osman (2015) ได้พัฒนารูปแบบการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหรือ BTEM (Biology, Technology, Engineering and Mathematics) โดยใช้ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะ 5E โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน พบว่า สามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า BTEM มีความสอดคล้องกับ STEM กล่าวคือ เน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงระหว่างความรู้ในห้องเรียนและความรู้นอกห้องเรียนเพื่อแก้ปัญหาที่ได้รับ นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันส่งผลให้สามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ใช้เทคนิคการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานหรือเทคนิคการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีการสอดแทรกกระบวนการสืบเสาะในขั้นตอนการสอน โดยสถานการณ์ปัญหาจะเชื่อมโยงกับชีวิตของนักเรียน ผลการจัดการเรียนการสอนส่งผลให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ได้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

Good (1979, pp.7) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากคะแนนสอบที่กำหนดให้หรือจากคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมาย

Eysneck and Meili (1986, pp.16) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ดัชนีชี้ประสิทธิผลและคุณภาพของการจัดการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนก็ได้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น.295) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อย ก่อนที่จะมีการเรียนการสอนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, น.29) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือคือมวล ประสพการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในด้านต่างๆของสมรรถภาพสมอง

สมนึก ภัทธิยธนี (2553, น.103) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นกับแบบทดสอบ มาตรฐาน

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยนักวิชาการ ผู้วิจัยได้ทำการ วิเคราะห์เพื่อหาคำสำคัญ โดยใช้ตารางที่ 2.16พบว่า คำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย ความรู้ พฤติกรรม ทักษะต่างๆ ผลจากการเรียนการสอน ดังนั้น สามารถสรุป ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้และทักษะต่างๆซึ่งเป็นผลมาจาก การจัดการเรียนการสอน โดยสามารถวัดพฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้และทักษะต่างๆระหว่างจัดการ เรียนการสอนหรือหลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนเสร็จสิ้นแล้ว

ตารางที่ 2.16ผลการวิเคราะห์คำสำคัญของความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำสำคัญ	นักวิชาการ				
	Good. (1973, pp.7)	Eysneck and Meili (1986, pp.16)	ภพ เลาห์ไพบูลย์ (2542, น.295)	พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, น.29)	สมนึก ภัทธิยธนี (2553, น.103)
ความรู้	/	-	-	/	-
พฤติกรรม	-	-	/	-	-
ทักษะต่างๆ	/	-	-	-	-
ผลจากการ เรียนการสอน	/	/	/	/	/

สำหรับบริบทของงานวิจัยชิ้นนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ในวิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน ตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ซึ่งวัดได้ จากคะแนนผลการทดสอบของนักเรียน หลังจากเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิด

สะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีอยู่หลายปัจจัย ในระยะเริ่มแรกได้มีการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ตัวแปรด้านสติปัญญา (Cognitive – variables) ได้แก่ เชาว์ปัญญา ความถนัดทางภาษา ความสามารถทางการคำนวณ เป็นต้น (Brody & Brody; 1976, Cattell; 1965, Tyler; 1965) ซึ่งในระยะต่อมาผู้ศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น

Anastasi (1961, pp.142) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนอกจากจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านสติปัญญาแล้ว ยังมีปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม แรงจูงใจและอื่นๆ

Harvighurst and Neugarten (1996, pp.157) กล่าวว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย ความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิด การอบรมในครอบครัว ประสิทธิภาพของสถานศึกษา ความเข้าใจตนเองและความมุ่งมั่นในอนาคต

Bloom (1982, pp.166 – 175) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 3 ด้าน คือ (1) ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Entry Behavior) ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนและความถนัดของนักเรียน (2) ด้านจิตพิสัย (Affective Entry Behavior) ได้แก่ ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเองและบุคลิภาพ และ (3) ด้านคุณภาพการเรียนการสอน (Quality of Instruction) ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงของครู การแก้ไขข้อผิดพลาดและการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นต้น

Selcuk (2010) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาฝึกสอน พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ กลยุทธ์ในการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย (1) การลงรายละเอียด (Elaboration) หมายถึง การนำความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม (2) การจัดหมวดหมู่ (Organization) หมายถึง การเขียนแผนภาพเพื่อเชื่อมโยงความรู้หรือหลักการต่างๆ เข้าด้วยกัน (3) การทบทวน (Rehearsal) หมายถึง การทบทวนบทเรียนด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ทำแบบฝึกหัด อ่านทบทวน หลังจากเรียนจบในแต่ละวัน และ (4) การตรวจสอบความเข้าใจ (Comprehension Monitoring) หมายถึง การหาความรู้เพิ่มเติมเมื่อไม่สามารถตอบคำถามหรือแก้โจทย์ปัญหาได้

กรรณิการ์ ภิรมรัตน์ (2554) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พบว่า ตัวแปรที่ส่งผล

ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 6 ตัวแปร คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เพศ รายได้ของผู้ปกครอง การดูแลเอาใจใส่ของผู้ปกครอง การใช้เวลาเพื่อการเรียนรู้และเจตคติต่อการเรียน ซึ่ง 6 ตัวแปรดังกล่าวสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 40

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ามีหลากหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ปัจจัยด้านตัวนักเรียนเอง ปัจจัยด้านครอบครัว ปัจจัยด้านสังคม ปัจจัยด้านคุณภาพการเรียนการสอน เป็นต้น ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบรรลุตามเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้ จะต้องยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนในแต่ละวัย

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การตรวจสอบความรู้ ทักษะและสมรรถภาพสมองในด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนการสอน โดยเครื่องมือที่ใช้วัดผลเรียกว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) ซึ่งหมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถด้านวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุตามจุดประสงค์ที่วางไว้เพียงใด (ชั้นยากร ช่วยทุกข์เพื่อน 2556, น.78) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมนึก ภัททิยธนิ (2551, น.63) ได้จำแนกเป็น 2 ประเภทคือ

แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher Made Test) หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉพาะกลุ่มที่สอน

แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการปรับปรุงข้อสอบจนมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อเปรียบเทียบนักเรียนกลุ่มต่างกัน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พิชิต ฤทธิ์จรูญ (อ้างถึงใน ชั้นยากร ช่วยทุกข์เพื่อน 2556, น.80 – 81) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับพฤติกรรมทางการศึกษา 3 ด้านของบลูม คือ

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นสมรรถภาพด้านสมองหรือสติปัญญาของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ แบ่งเป็น 6 ระดับ เรียงลำดับขั้นตอนการเกิดพฤติกรรมจากขั้นต่ำสุดถึงขั้นสูงสุด ซึ่ง พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2558) ได้กล่าวถึง ลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูมปรับปรุงใหม่ ดังนี้

1.1 การจำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุนุ บอกชื่อได้ เช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้

1.2 ความเข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง เช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้

1.3 การปรับใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา เช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะ การจัดการ เช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้

1.5 การประเมิน (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ ตัดสิน เช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้

1.6 การสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผน ผลิต เช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นพฤติกรรมที่แสดงเกี่ยวกับ ความรู้สึกนึกคิดทางจิตใจ อารมณ์และคุณธรรมของบุคคลซึ่งต้องอาศัยการสร้างหรือปลูกฝัง คุณลักษณะนิสัยต่างๆให้เกิดขึ้น ซึ่งมี 5 ระดับ

2.1 การรับรู้ (Receive or Attending) เป็นขั้นที่บุคคลรู้สึกว่ามีสิ่งเร้ามากระตุ้น ให้แสดงพฤติกรรมและจะเริ่มทำความรู้จักในสิ่งนั้น

2.2 การตอบสนอง (Responding) เป็นขั้นที่บุคคลแสดงปฏิกิริยาโต้ตอบสิ่งเร้า นั้นด้วยความยินยอม เต็มใจ

2.3 การเกิดค่านิยม (Valuing) เป็นขั้นที่บุคคลมองเห็นคุณค่าของการตอบสนอง สิ่งเร้าหรือประสบการณ์แล้วกลายมาเป็นสิ่งที่ยึดถือของบุคคลในโอกาสต่อไป

2.4 การจัดระบบคุณค่า (Organization) เป็นขั้นตอนที่บุคคลนำค่านิยมที่ตนเอง สร้างไว้แล้ว มาจัดระบบหรือหมวดหมู่โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างค่านิยมเหล่านั้นและปรับสิ่ง ที่ขัดแย้งกัน เพื่อนำมาสร้างเป็นค่านิยมสำหรับยึดถือปฏิบัติต่อไป

2.5 การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization) เป็นขั้นการนำค่านิยมที่จัดระบบ คุณค่าที่มีในตัวเข้าเป็นระบบที่ถาวรและทำหน้าที่ควบคุมพฤติกรรมของบุคคลไม่ว่าจะอยู่ใน สถานการณ์ใดๆก็จะแสดงพฤติกรรมตามค่านิยมที่ยึดถือตลอดไป

3. พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับ ความสามารถเชิงปฏิบัติการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบการใช้งานของอวัยวะต่างๆในร่างกายที่ต้องอาศัย การประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อกับการทำงานของระบบประสาทต่างๆซึ่งเป็นหน่วยสั่งการ

3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาวรรณกรรม 3 ฉบับที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ดังตารางที่ 2.17 พบว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การวางแผนการสร้างแบบทดสอบ หมายถึง ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตร โดยสร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งในตารางดังกล่าวจะระบุถึงจำนวนข้อที่จะออกข้อสอบในแต่ละเนื้อหาและแต่ละพฤติกรรม จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มากำหนดรูปแบบของข้อคำถาม

2. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ หมายถึง การเขียนข้อสอบโดยยึดตารางที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นหลัก จะทำให้ได้ข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทั้งหมดที่ต้องการวัด

3. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง การตรวจทานข้อสอบในแต่ละข้อ โดยพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาตามหลักวิชา การใช้ภาษาที่ถูกต้อง รัดกุมและชัดเจน จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อสอบ นำมาปรับปรุงและทำไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริง นำผลการสอบมาวิเคราะห์คุณภาพหาค่าอำนาจการจำแนก ค่าความยากง่ายและค่าความเชื่อมั่น

4. สร้างแบบทดสอบฉบับจริง หมายถึง การนำข้อสอบในแต่ละข้อที่ผ่านการดำเนินการในขั้นที่ 3 มาพิมพ์เพื่อนำไปใช้ต่อไป

ตารางที่ 2.17 การวิเคราะห์ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากเอกสาร 3 ฉบับ

แขนงวิชาการวัด และประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2544, น.4)	ภาควิชาวิจัย และพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (2551, น.64)	บุญชม ศรีสะอาด (2553, น.65 – 67)
1. วางแผนการสร้าง แบบทดสอบ	1. วิเคราะห์หลักสูตรและทำ ตารางวิเคราะห์หลักสูตร	1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชาและทำตาราง กำหนดลักษณะข้อสอบ
	2. กำหนดรูปแบบของข้อ คำถาม	2. กำหนดแบบของข้อ คำถาม

ตารางที่ 2.17 (ต่อ)

แขนงวิชาการวัด และประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2544, น.4)	ภาควิชาวิจัย และพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (2551, น.64)	บุญชม ศรีสะอาด (2553, น.65 – 67)
2. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ	3.เขียนข้อสอบ	3.เขียนข้อสอบ
3. ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบ ก่อนนำไปใช้	4.ตรวจทานข้อสอบ	4.ตรวจทานข้อสอบ
	5.ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ความเที่ยงของ แบบทดสอบ	
	6.พิมพ์เป็นแบบทดสอบ ฉบับทดลอง	5.พิมพ์ข้อสอบฉบับ ทดลอง
	7.ทดสอบและวิเคราะห์ ข้อสอบ	6.ทดลองใช้ วิเคราะห์ คุณภาพและปรับปรุง
	8.พิมพ์แบบทดสอบ	7.พิมพ์ข้อสอบฉบับจริง

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ดังนี้

ไชยรัตน์ สุริยคุปต์, ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, และอิสรา ก้านจักร (2555) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนโดยชุดการเรียนรู้แบบผังมโนทัศน์ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และกลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติ พบว่า หลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยเกี่ยวเพศของนักเรียน พบว่า ในกลุ่มทดลองเพศไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ผลการอภิปรายของงานวิจัย

ฉบับนี้ พบว่า แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นอกจากนี้การเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดขั้นสูงได้

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี และวัชรารักษ์ แก้วดี (2557) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบอนุमानเบื้องต้น และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่า หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบอนุमानเบื้องต้นสามารถพัฒนานักเรียนด้านความรู้ ความเข้าใจและการนำโนทัศน์ไปใช้ โดยใช้การตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายเหตุผลและหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อคาดคะเนคำตอบอันจะนำไปสู่ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้

อติติย์ ชูตระกูลวงศ์ และอลิศรา ชูชาติ (2557) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้คำถามตามการจำแนกประเภทวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูม และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการอภิปรายของรายงานฉบับนี้ พบว่า การใช้คำถามเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการสืบเสาะ ทำให้เกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คำถามที่มีประสิทธิภาพทำให้ครูทราบว่านักเรียนมีความรู้เพียงใด ช่วยให้ครูสามารถชี้แนะเพื่อให้นักเรียนสร้างคำถามไปสู่การสืบเสาะเพื่อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งสร้างคำอธิบายที่จะนำไปสู่ความรู้ใหม่ในสถานการณ์ที่มีความแตกต่าง

มนตรี มณีวงษ์ (2558) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าสถิต พบว่า หลังเรียนคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการอภิปรายของรายงานฉบับนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ช่วยให้นักเรียนมีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จึงเป็นผลให้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศจำนวน 4 ฉบับ ผลการศึกษามีดังนี้

Afolabi, Akinbobola, and Folashade (2009) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยวิธีการจัดการเรียนการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบค้นพบที่มีการชี้นำ (Guide Discovery) การสอนแบบสาธิต (Demonstration) และการสอนโดยตรง (Expository) พบว่า วิธีการจัดการเรียนการสอน 3 แบบ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบค้นพบที่มีการชี้นำ (Guide Discovery) มีประสิทธิภาพมากที่สุด ผลการอภิปรายของรายงานฉบับนี้ พบว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบค้นพบที่มีการชี้นำ ส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะความรู้ด้วยตนเองโดยใช้คำถามของครูเป็นแนวทาง นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ส่งผลให้สามารถจดจำหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Selcuk, Sezgin, Sahin, Acikgoz, and Un (2011) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยวิธีการจัดการเรียนการสอน 2 แบบ คือ การสอนแบบปกตินอกกับกลยุทธ์ในการเรียนรู้ ได้แก่ การตั้งคำถาม การสรุป การใช้ภาพประกอบ ซึ่งนำมาจัดการเรียนการสอนให้กับกลุ่มทดลอง และการสอนแบบปกติ นำมาจัดการเรียนการสอนให้กับกลุ่มควบคุม พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการอภิปรายของรายงานฉบับนี้พบว่า กลยุทธ์ในการเรียนรู้ ได้แก่ การตั้งคำถาม การสรุป การใช้ภาพประกอบ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาและมีกระบวนการคิดที่ดีไปพร้อมกัน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น

Eryilmaz, Ates, and Ali (2011) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ Hands – On และ Minds – On และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการอภิปรายของรายงานฉบับนี้พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบ Hands – On และ Minds – On จะควบคู่กัน โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Hands – On เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ขณะที่กิจกรรมการเรียนรู้แบบ Minds – On นักเรียนจะใช้กระบวนการคิดเพื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยจิตใจจดจ่อ

Doymus, Akcay, and Kemal (2014) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยวิธีการจัดการเรียนการสอน 3 แบบ คือ การสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Investigation Group) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Learning Together Group) การอ่าน เขียนและ

นำเสนอ (Reading – Writing – Presenting Group) พบว่า หลังเรียนคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของทั้ง 3 แบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบการอ่าน เขียนและนำเสนอ (Reading – Writing – Presenting Group) มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงที่สุด ผลการอภิปรายของรายงานฉบับนี้พบว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบการอ่าน เขียนและนำเสนอ นักเรียนจะต้องนำเสนอผลการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนได้รับการฝึกการสร้างมโนทัศน์ที่ศึกษาสามารถอธิบายเหตุผลและสรุปผลการศึกษาได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สามารถพัฒนาได้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบเสาะ โดยมีคำแนะนำเพื่อให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะในการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นนักเรียนจะนำเสนอข้อมูลที่สืบค้นมาซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา สามารถอธิบายให้กับผู้อื่นรับทราบได้ ข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยนำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการสอนในการวิจัยครั้งนี้

4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดระดับสูง ซึ่งในประเทศไทยมีผู้ใช้ชื่อที่แตกต่างกันออกไป เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิพากษ์ การคิดเชิงวิพากษ์ เป็นต้น ซึ่งทำให้มีผู้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันออกไปในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้คำว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อวิเคราะห์ความหมายจากวรรณกรรม 9 เรื่อง ซึ่งในแต่ละเรื่องนักวิชาการได้ให้ความหมาย ดังนี้

Cottrell (2002, pp.1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกิจกรรมทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับความคิด เป็นการเรียนรู้ในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์และประเมินทางเลือก โดยใช้กระบวนการทางจิต เช่น การไตร่ตรอง การจำแนก การเลือกและการตัดสินใจ

ศันสนีย์ จัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ (2554, น.31 - 32) ได้ทำการศึกษาความหมายจากนักการศึกษาจำนวน 7 ท่าน ได้แก่ ไบเออร์, แอนเจโล, เคอร์แลนด์, สกริเวน, ฮาลเพิร์น รักจิรีโอ, แมคโคเวน สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาโดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผล จากข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์และการคาดเดา

ทิสนา แคมมณี และคณะ (2550 อ้างถึงใน ชนาธิป พรกุล, 2554, น.266) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง “การนำเสนอรูปแบบเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิตนักศึกษาครูระดับ

ปริญญานิพนธ์ สำหรับหลักสูตรครุศึกษา”ได้ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่รอบคอบ สมเหตุสมผลที่จะเชื่อหรือจะทำโดยผ่านการพิจารณารอบด้านอย่างกว้างไกล ลึกซึ้งและผ่านการพิจารณากันกรอง ไตร่ตรอง ทั้งด้านคุณ-โทษ และคุณค่าที่แท้จริงของสิ่งนั้นมาแล้ว

สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2552, น.20) ความคิดวิจารณ์หรือความคิดวิเคราะห์วิจารณ์ เป็นกระบวนการคิดที่เน้นการทำความเข้าใจในสิ่งที่เกิดขึ้น สถานการณ์ที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้น ด้วยเหตุผลที่น่าเชื่อถือ เป็นการคิดเพื่อพิจารณาสถานการณ์ต่างๆ ด้วยความรอบคอบไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วน มีข้อมูลหลักฐานที่เชื่อถือมาสนับสนุนมากที่สุด มีการประเมินค่าปัจจัยต่างๆเพื่อประกอบการตัดสินใจ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น.131) ได้ศึกษาความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณหรือการคิดวิเคราะห์วิจารณ์จากพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542 และนักวิชาการ 3 ท่าน ได้แก่ กู๊ด, เดรสเซล, และเอ็นนิส ได้ข้อสรุปว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่างๆ โดยมีหลักฐานข้อมูลประกอบการตัดสินใจและลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

บรรจง อมรชีวิน (2554, น.119) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการของการใช้ความรู้และสติปัญญาของเราในการให้ได้มาในการพิจารณาประเด็นใดประเด็นหนึ่งอย่างมีเหตุผลและสมเหตุสมผล โดยที่สามารถระบุและเอาชนะปัจจัยอุปสรรคขัดขวางจำนวนมากที่อาจทำให้การคิดปราศจากเหตุผล (Rational Thinking) ไปได้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น.110) ได้ศึกษาความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณของบุคคลต่างๆจำนวน 6 ท่าน ได้แก่ สกินเนอร์, วัตสันและเกเซอร์, ดิวอี้, เอนนิส, วูดส์, สคริฟเวนและพอล สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดระดับสูงที่เป็นความสามารถทางปัญญาขั้นสูงและต้องใช้ความสามารถหลากหลายในการคิด เพื่อพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเพื่อการตัดสินใจ ได้แก่ ความสามารถในการคิดรวบยอด การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน เพื่อนำข้อมูลที่ได้รวบรวมมาอย่างรอบด้านทั้งข้อมูลเชิงวิชาการ ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม และข้อมูลส่วนตัวของผู้คิด ให้เกิดความชัดเจนถูกต้องแม่นยำเกี่ยวข้องตรงประเด็น สม่าเสมอคงเส้นคงวา มีหลักฐานตรวจสอบได้ มีเหตุผล มีความคล่องตัว มีความกว้างขวาง และเป็นธรรมชาติไม่ลำเอียง นำไปสู่การสรุปและตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆที่เป็นปัญหาอย่างถูกต้องเหมาะสม

ธัญชากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2556, น.54) ได้ศึกษาความหมายของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณของนักการศึกษาจำนวน 6 ท่าน ได้แก่ วัดสันและเกลเซอร์, เอนนิส, วอลเลอ์, เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์, สิทธิพล อาจอินทร์, ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ หมายถึง กระบวนการคิดที่มีการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูล หรือสถานการณ์ปัญหาที่ปรากฏ โดยยึดหลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูล เพื่อให้ได้แนวทางของการหาคำตอบที่เหมาะสม หรือเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจ และการลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้จัดทำเอกสารประกอบการอบรมโครงการ การพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาโดยยึดถือภารกิจและพื้นที่การปฏิบัติงานเป็นฐาน (TEPE ONLINE) (2559, น.34 – 35) ได้สรุปความหมายจากนักวิชาการ 5 ท่าน ประกอบด้วย มอร์สและแมคเคลว (Morse & McClure), เอนนิส(Ennis), อรพรรณ ลือบุญรัชชัย, ทศนัย ขำรักษา สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ หมายถึง กระบวนการคิดที่มีใช้เหตุผลในการพิจารณา เลือก คัดกรอง ตรวจสอบ ข้อมูลและความรู้บนพื้นฐานของการประเมินหลักฐานและข้อมูล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาและใช้เหตุผลตามแนวตรรกวิทยาที่ถูกต้องเหมาะสมในการสรุปและคำตอบที่สมเหตุสมผล

จากความหมายข้างต้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ ดังตารางที่ 2.18จากการวิเคราะห์คำสำคัญ พบว่า ความหมายของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ ประกอบด้วยคำสำคัญ 5 คำ คือ ข้อมูล ไตร่ตรอง/คิดด้วยเหตุผล วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินและตัดสินใจ จากคำสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยสรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ หมายถึง การไตร่ตรองข้อมูลหรือสถานการณ์ โดยใช้กระบวนการคิดขั้นสูง คือ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า โดยมีเป้าหมายเพื่อตัดสินใจในการนำข้อมูลมาใช้หรือแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ

ตารางที่ 2.18 ผลการวิเคราะห์คำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักวิชาการ	คำสำคัญ					
	ข้อมูล/ สถานการณ์	ไตร่ตรอง /คิดด้วย เหตุผล	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	ตัดสินใจ
Cottrell (2005, pp.1)	-	-	/	-	/	/
คันสนีย์ นัทรกุลปต์ และอุษา ชูชาติ (2544, น.31 - 32)	/	/	/	/	-	/
ทิตินา แคมมณีและคณะ (2550 อ้างถึงใน ชนาธิป พรกุล 2554, น.266)	-	/	-	-	-	-
สมาคมครูวิทยาศาสตร์ แห่งประเทศไทย(2552, น. 20)	/	/	-	-	/	/
ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น.131)	/	/	-	-	-	/
บรรจง อมรชีวิน (2554, น.119)	/	/	-	-	-	-
ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น.110)	/	/	/	/	/	/
ธัญญากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2556, น.54)	/	/	-	-	/	/
ภาควิชาเทคโนโลยีและ สื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2559, น.34 – 35)	/	/	-	-	/	/

4.1 กระบวนการและการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดขั้นสูง สามารถนำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การสร้างสรรค์ เป็นต้น การคิดอย่างมีวิจารณญาณดำเนินการอย่างเป็นกระบวนการ (Beyer,1987, pp.24; Grant,1988, pp.35) โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การนิยามปัญหาหมายถึง การศึกษาปัญหาเพื่อระบุประเด็นปัญหาและทำความเข้าใจประเด็นที่สงสัยให้ชัดเจน (ทิสนา แคมมณีและคณะ 2550 อ้างถึงในชนาธิป พรกุล,2554, น.266; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์,2553, น.139;ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ,2556, น.125;ศันสนีย์ นัตริกุล และอุษา ชูชาติ,2544, น.32-36;สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย,2552, น.21) ซึ่งตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงความสามารถในการนิยามปัญหา ได้แก่ ความสามารถในการตั้งคำถามหรือการระบุประเด็นปัญหาได้ชัดเจน ความสามารถในการระบุสาระสำคัญของข้อมูลได้ชัดเจน (ทิสนา แคมมณีและคณะ 2550 อ้างถึงในชนาธิป พรกุล,2554, น.266;ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ,2556, น.121 – 122; ศันสนีย์ นัตริกุล และอุษา ชูชาติ,2544, น.32 – 36; Paul, 1990, pp.4.)

ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การสืบเสาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ (สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย,2552, น.21) ตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ สามารถพิจารณาข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ว่า เป็นข้อมูลจากแหล่งใด ข้อมูลใดเป็นจริง ข้อมูลใดเป็นความคิดเห็น มีความเกี่ยวข้องหรือจำเป็น มากน้อยเพียงใด (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, น.121 – 122; ศันสนีย์ นัตริกุลและอุษา ชูชาติ,2544, น.32 – 36.)

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์และการจัดระบบข้อมูล หมายถึง การวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็นประเด็นย่อยหรือการนำประเด็นย่อยต่างๆมาสรุปเป็นประเด็นใหญ่ โดยแสดงถึงความสัมพันธ์โดยใช้เหตุผล (สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย,2552, น.21; Grant, 1988, pp.35.) ตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงความสามารถในการวิเคราะห์และการจัดระบบข้อมูล ได้แก่ ความสามารถในการอุปนัยและความสามารถในการนิรนัย (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ,2556, น.121 – 122)

ขั้นตอนที่ 4 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์และจัดระบบข้อมูล มาใช้ในการสรุปแนวทางที่เป็นไปได้หรือใช้ในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์,2553, น.139) ตัวบ่งชี้ที่แสดงความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ได้แก่ ความสามารถในการเสนอคำตอบหรือทางเลือกที่สมเหตุสมผล (ทิสนา แคมมณีและคณะ 2550 อ้างถึงในชนาธิป พรกุล,2554,น.266)

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินค่า หมายถึง การตัดสินใจเลือกแนวทางที่เป็นไปได้ โดยอาศัยการประเมินโดยมีเกณฑ์ในการกำหนดความสมเหตุสมผล (ทิสนา แคมมณีและคณะ 2550

อ้างอิงในชนาธิป พรกุล, 2554, น.266; Beyer, 1995, pp.24) ตัวบ่งชี้ที่แสดงความสามารถในการประเมินค่า ได้แก่ สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกได้อย่างสมเหตุสมผล (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, น.121 – 122)

การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสถานประกอบการส่งผลให้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญมากขึ้น การออกแบบการสอนพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะต้องเน้นไปที่การแสดงออกซึ่งทักษะและความรู้ที่เหมาะสม โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมประกอบกับการใช้สื่อที่มีความเป็นรูปธรรมจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนใช้สมองในการคิด (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, น.111; Halpern, 1999, pp.69; Kim, Sharma, Land & Furlong, 2013, Abstract)

คณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2559) กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะต้องมีการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ โดยมีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการฝึกฝน ได้แก่ การสังเกต การตั้งคำถาม การจำแนก แยกแยะ การตีความ การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การตั้งสมมติฐานและการสรุปโดยอาศัยเหตุผล โดยสรุปขั้นตอนการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเสนองาน เป็นขั้นตอนการสร้างแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ การกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้
2. ขั้นฝึกความสามารถในการคิด เป็นการจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการคิดเป็นรายบุคคล มีโอกาสได้เปรียบเทียบความคิดของตนเองกับกลุ่มย่อยและกลุ่มใหญ่ โดยการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากสถานการณ์ต่างๆที่กำหนดให้
3. ขั้นประเมินกระบวนการคิด เป็นการให้นักเรียนได้ประเมินผลการคิดของตนเองว่ามีวิธีการคิด กระบวนการคิดอย่างไร

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้นำเสนอ 7 ยุทธวิธีในการฝึกให้เป็นนักคิดอย่างมีวิจารณญาณสรุปได้ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกระจ่าง หมายถึง การฝึกหัดสรุปความคิดของตนเพื่อนำเสนอให้คนอื่นเข้าใจ และฝึกหัดสรุปความรู้ ความคิดจากการฟังคนอื่น ว่าที่เราเข้าใจตรงกับที่เขาต้องการสื่อสารหรือไม่
2. ไม่หลงประเด็น หมายถึง การฝึกรวบรวมข้อมูลและตีความหมายของข้อมูล โดยตระหนักอยู่ตลอดเวลาว่า ข้อมูลเหล่านั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างไร นำมาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาอย่างไร ข้อมูลใดบ้างที่มีประโยชน์ต่อประเด็นปัญหาที่เรากำลังสนใจ

3. ฟีกถามอยู่เป็นนิจ หมายถึง การฟีกตั้งคำถามและฟีกหัดฟังคำถามของผู้อื่น ซึ่งคำถามที่ดีจะนำไปสู่การค้นพบคำตอบที่ชัดเจนและตรงประเด็น

4. ใช้เหตุผล หมายถึง การสรุปโดยใช้เหตุผลและตรวจสอบว่าเหตุใดจึงเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อมูล และเหตุใดความคิดของตนจึงถูก ความคิดเห็นของคนอื่นจึงผิด

5. ฟีกเป็นคนใจกว้าง หมายถึง การเปลี่ยนความของตน เมื่อพบว่ามีความคิดที่ดี และมีเหตุผลที่ดีกว่า

6. ฟีกคิดอภิปราย หมายถึง การตรวจสอบความรู้ ความคิดของตนกับผู้อื่น ซึ่งการจัดการเรียนการสอนระบบกลุ่มจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฟีกคิดอภิปราย

7. ฟีกนิสัยนักคิด มี 6 องค์ประกอบที่ส่งเสริมการฟีกนิสัยนักคิด ได้แก่ (1) สร้างความกระตือรือร้น หมายถึง การอยากรู้ อยากเห็น (2) ฟีกให้มีความกล้าเสี่ยง หมายถึง กล้าคิดแตกต่างจากคนส่วนใหญ่ (3) ความยุ่งยากซับซ้อน หมายถึง การพัฒนาความคิดจากระดับปัญหาที่ง่ายไม่ซับซ้อนไปสู่ระดับที่ยากและซับซ้อน (4) กระตุ้นให้เกิดจินตนาการ หมายถึง การได้รับการกระตุ้นให้เกิดการจินตนาการสร้างสรรค์ที่หลากหลาย ซึ่งเกิดจากภาพ จากประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมรอบตัว เป็นต้น (5) ฟีกรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น หมายถึง การฟีกฝนให้ทำงานเป็นกลุ่ม ฟีกการเป็นผู้นำและผู้ตาม ฟีกการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และ (6) สร้างความมั่นใจในตนเอง หมายถึง การกล้าแสดงออกซึ่งความคิด โดยเริ่มจากคำถามที่ง่ายไปสู่คำถามที่ยาก การแสดงออกในลักษณะกลุ่มจนกระทั่งเหลือเพียงคนเดียว

บทบาทของครูในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับนักเรียน เช่น (1) เตรียมคำถามหรือสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฟีกการตั้งคำถาม การตีความจากข้อมูล (2) เตรียมสถานการณ์หรือปัญหาที่มีผู้ให้ข้อสังเกตหรือคำตอบไว้แล้ว เพื่อให้นักเรียนได้ฟีกตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลเหล่านั้นว่า มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือไม่อย่างไร (3) จัดการเรียนการสอนแบบกลุ่ม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และ (4) ครูเป็นผู้ให้กำลังใจและสนับสนุนในการแสดงออกซึ่งความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้น

จากการศึกษาวรรณกรรมที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยสรุปกระบวนการและการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังตารางที่ 2.19

ตารางที่ 2.19 กระบวนการและการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นตอน	ความหมาย	ตัวบ่งชี้	แนวทางการพัฒนา
1. การนิยามปัญหา	การศึกษาปัญหาเพื่อระบุประเด็นปัญหา และทำความเข้าใจประเด็นที่สงสัยให้ชัดเจน	ความสามารถในการตั้งคำถามหรือการระบุประเด็นปัญหาได้ชัดเจน ความสามารถในการระบุสาระสำคัญของข้อมูลได้ชัดเจน	นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาจากประสบการณ์เดิม โดยมุ่งผลลัพธ์ คือ การระบุประเด็นปัญหา
2. การรวบรวมข้อมูล	การสืบเสาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้	สามารถพิจารณาข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ว่า เป็นข้อมูลจากแหล่งใด ข้อมูลใดเป็นจริง ข้อมูลใดเป็นความคิดเห็น มีความเกี่ยวข้องหรือจำเป็นมากน้อยเพียงใด	ฝึกให้นักเรียนตระหนักว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างไร และแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมีความน่าเชื่อถือหรือไม่
3. การวิเคราะห์และจัดระบบข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็นประเด็นย่อย หรือการนำประเด็นย่อยต่างๆ มาสรุปเป็นประเด็นใหญ่ โดยแสดงถึงความสัมพันธ์โดยใช้เหตุผล	ความสามารถในการอุปนัย และความสามารถในการนิรนัย	นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาและวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นด้วยการนิรนัยหรืออุปนัย

ตารางที่ 2.19(ต่อ)

ขั้นตอน	ความหมาย	ตัวบ่งชี้	แนวทางการพัฒนา
4. การตั้งสมมติฐาน	การนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์และจัดระบบข้อมูล มาใช้ในการสรุปแนวทางที่เป็นไปได้หรือใช้ในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล	ความสามารถในการเสนอคำตอบหรือทางเลือกที่สมเหตุสมผล	นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดสมมติฐานโดยอาศัยพื้นฐานของข้อมูลและแสดงเหตุผลในการกำหนดสมมติฐาน
5. การประเมินค่า	การตัดสินใจเลือกแนวทางที่เป็นไปได้โดยอาศัยการประเมินโดยมีเกณฑ์ในการกำหนดความสมเหตุสมผล	สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกได้อย่างสมเหตุสมผล	นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาและระบุเหตุผลในการกำหนดเกณฑ์ดังกล่าว

4.2 การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเอง มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 แบบทดสอบแบบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ

Watson and Glaser (1980) ได้สร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal (WGCTA) สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จนถึงวัยผู้ใหญ่ แบบทดสอบมี 2 แบบ ซึ่งเป็นคู่ขนานกันคือ แบบ A และแบบ B แต่ละแบบประกอบด้วยแบบสอบย่อยมีข้อสอบรวม 80 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 50 นาที แต่ละแบบวัดความสามารถในการคิดต่างๆกันดังนี้

1) ความสามารถในการอนุมานหรือการอ้างอิง (Inferences) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินใจและจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่ให้ความ ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ลักษณะของข้อคำถามจะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุป จากนั้นนักเรียนต้องพิจารณาตัดสินใจว่าข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง น่าจะเป็นจริง ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ น่าจะเป็นเท็จ และเป็นเท็จ (อาจใช้ข้อคำถามอื่นในทำนองเดียวกัน)

2) ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นและข้อความใดไม่ เป็นลักษณะของข้อคำถามจะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อความตามมาสถานการณ์ละ 2-3 ข้อความ จากนั้นนักเรียนต้องพิจารณาตัดสินใจข้อความในแต่ละข้อเป็น 2 ทางเลือก คือข้อความใด เป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

3) ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากสถานการณ์ที่กำหนดมาให้โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ ลักษณะของ ข้อคำถามจะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้ 1 ข้อหน้า แล้วมีข้อสรุปตามมาสถานการณ์ละ 2-4 ข้อ จากนั้นนักเรียนต้องพิจารณาตัดสินใจใน 2 ทางเลือกว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่ตามสถานการณ์นั้น

4) ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการให้น้ำหนักของข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินใจความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะของข้อ คำถามจะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้นนักเรียนต้อง พิจารณาตัดสินใจใน 2 ทางเลือกว่าข้อสรุปในแต่ละข้อน่าเชื่อถือหรือไม่ภายใต้สถานการณ์นั้น

5) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล ลักษณะของข้อ คำถามจะมีการกำหนดชุดของคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของ คำตอบพร้อมเหตุผลกำกับ จากนั้นนักเรียนต้องพิจารณาตัดสินใจใน 2 ทางเลือกว่าคำตอบใดมี ความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่และให้เหตุผลประกอบ

Ennis and Milman (1985) ได้สร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 2 ฉบับ โดยมุ่งวัดกลุ่มบุคคลต่างระดับกันดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณคอร์เนลระดับเอ็กซ์ (Cornell Critical Thinking Test Level X) เป็นแบบทดสอบสำหรับเด็กนักเรียนตั้งแต่ระดับ 4 จนถึง ระดับ 12 เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 71 ข้อ เวลา 50 นาที มุ่งวัดความสามารถ

4 ด้าน คือ 1) ด้านการอุปนัย 2) ด้านการนิรนัย 3) ด้านความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต 4) ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณคอร์เนลระดับเชดซ์ (Cornell Critical Thinking Test Level Z) เป็นแบบทดสอบสำหรับเด็กนักเรียนมัธยมศึกษาที่มีปัญญาดีและกลุ่มนักศึกษาระดับวิทยาลัยจนถึงผู้ใหญ่เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 52 ข้อ เวลา 50 นาที มุ่งวัดความสามารถ 7 ด้าน คือ 1) ด้านการอุปนัย 2) ด้านความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล 3) ด้านการพยากรณ์และการวางแผนการทดลอง 4) ด้านการอ้างอิงเหตุผลหลัก ตรรกะ 5) ด้านการนิรนัย 6) ด้านการให้คำจำกัดความ 7) ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

4.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

แบบทดสอบแบบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อาจไม่สอดคล้องกับเป้าหมายการวิจัย ดังนั้นจึงต้องสร้างแบบทดสอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อให้ตรงเป้าหมายในการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยต้องมีความรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิด ขั้นตอนการดำเนินการที่สำคัญดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, จุฑาทิพย์ ชาติสุวรรณ และวิภาดา คำดี 2548, น.6 – 7)

1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กล่าวคือ ต้องการวัดความสามารถทางการคิดต่างๆ ไปหรือต้องการวัดความสามารถทางการคิดเฉพาะวิชา

2) กำหนดกรอบของการวัดและเขียนนิยามปฏิบัติการตามทฤษฎี โดยศึกษาจากทฤษฎี นิยาม เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง แล้วเลือกแนวคิดหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับบริบทหรือจุดมุ่งหมายที่ต้องการเป็นหลัก

3) สร้างผังแบบ วัด เป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดที่ต้องการสร้าง พร้อมทั้งกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบตามทฤษฎีที่กำหนด

4) เขียนข้อสอบ กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ ตัวคำถาม ตัวคำตอบ และวิธีการให้คะแนน จากนั้นลงมือร่างข้อสอบตามข้อกำหนดในข้อ 3 ตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้องทางภาษาคด้วยตนเองหรือผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบวัดไปทดลองใช้ โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้ว จากนั้นนำผลการตอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ คือ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจการจำแนก (r) และทั้งฉบับคือ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ และ/หรือปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม แล้วทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างใหม่เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบเป็นครั้งที่ 2

6) นำแบบทดสอบไปใช้จริง กับกลุ่มเป้าหมายจริง ซึ่งในการใช้แบบทดสอบทุกครั้งควรมีการรายงานค่าความเชื่อมั่นทุกครั้ง จากนั้นนำผลการวัดไปแปลความหมาย

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

เจริญขวัญ รัตนวงษา (2554) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ งานและพลังงาน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดและกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวันนา เปลี่ยนพุ่ม พบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไสว วีระพันธ์ (2554) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามกรอบแนวคิดของ วัตต์สันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser) กำหนดเป้าหมายในการวิจัย คือ (1) นักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ (2) นักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่า บรรลุเป้าหมายทั้ง 2 ประการ ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า ขั้นตอนการสอนประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 ขึ้นทบทวน ขั้นตอนที่ 2 ขึ้นเชิญชวน ขั้นตอนที่ 3 ขึ้นสำรวจ ขั้นตอนที่ 4 ขึ้นอธิบายและคำตอบของปัญหา ขั้นตอนที่ 5 ขึ้นนำไปปฏิบัติ ซึ่งนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน นักเรียนมีโอกาสดำเนินการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ยังมีการสอดแทรกคำถามเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมและมีการทำแบบฝึกหัดท้ายแผนเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย

ธัญกร ช่วยทุกข์เพื่อน (2556) ได้พัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้า วัดอุปกรณ์เพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยผู้เขียนได้สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณขึ้นมาเอง พบว่า รูปแบบ

การสอนที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนสอน 7 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นตอนที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 ขั้นวางแผนระดมความคิด ขั้นตอนที่ 5 ขั้นสรุปแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 6 ขั้นนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 7 ขั้น อภิปรายและสรุป ผลการศึกษาพบว่า หลังเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างจะต้องเรียนรู้จากการเรียนและมีส่วนร่วมในขั้นตอนการสอนทุกขั้นตอน ปัญหาที่นำมาใช้มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันสามารถนำไปใช้ได้จริง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

กัญญาภัทร เหมขุนทด,บุญชม ศรีสะอาด และกนกพร ทองสอดแสง (2558) ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์และแบบปกติเพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หน่วยการเรียนรู้โมเมนตัม โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้เขียนได้สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณขึ้นมาเอง พบว่า ขั้นตอนการสอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและเสนอปัญหา ขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติ เป็นขั้นที่นักเรียนในกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสะท้อนความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนอภิปราย วิเคราะห์ เปรียบเทียบหาข้อสรุปในกระบวนการปฏิบัติ ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสร้างความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันสรุปกระบวนการปฏิบัติ ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผล หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า ครูจะต้องทำหน้าที่แนะแนวทาง สร้างแรงจูงใจ อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมใช้วิธีการสอนที่เน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับครู ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจากปัญหาที่กำลังเผชิญและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลาง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศจำนวน 4ฉบับ ผลการศึกษามีดังนี้

Norris (1985) ได้สังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณดำเนินการในหลากหลายสาขาวิชา โดยกระบวนการสอนมีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งการ

ออกแบบการทดลองของงานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้กลุ่มตัวอย่างเดียวเป็นกลุ่มทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองจะใช้ตั้งแต่ไม่กี่สัปดาห์จนกระทั่งระยะยาวเป็นปี

Kim, Sharma, Land, and Furlong (2013) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีลงมือกระทำ (Active Learning) ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณขึ้นมาเอง พบว่า แนวทางในการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย กิจกรรมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม กิจกรรมเสริมต่อความรู้ (Scaffolding) และการทำรายงานรายบุคคล ผลการทดสอบหลังเรียนพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีลงมือกระทำ (Active Learning) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนมีโอกาสดำเนินงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Gulbahar, Kalelioglu, and Yasemin (2014) ได้ศึกษาเทคนิคการสอนที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของ California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI) และประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การอภิปรายผ่านสื่อออนไลน์ เทคนิคการสอนในงานวิจัยฉบับนี้ ประกอบด้วย 1)การคิดแบบหมวก 6 ใบ (Six thinking hats) 2) การระดมสมอง (Brainstorming) 3) การแสดงบทบาทสมมติ (Role playing) 4) การสัมมนาแบบโสกราตีส (Socratic seminar) 5) การสอนแบบทุกคนมีความเชี่ยวชาญ (Anyone here an expert) และ6) การสอนแบบผสมผสาน (Mixed techniques) ผลการศึกษา พบว่า หลังเรียนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการสอนทั้ง 6 แบบ ซึ่งมีจำนวน 6 กลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาผลการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การอภิปรายผ่านสื่อออนไลน์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Mixed techniques) แสดงถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Mixed techniques) ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ที่หลากหลาย

Saiz, Rivas, and Olivares (2015) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยการจัดการเรียนการสอนแบบผสมด้วยเทคนิคการสอนต่างๆ เช่น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) การผลิตผลงาน (Production Tasks) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Group) เป็นต้น โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิด

อย่างมีวิจารณญาณของ The Penncrisal Critical Thinking Test พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายและนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในทุกเทคนิคการสอน

การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาได้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีลงมือกระทำ (Active Learning) นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากนี้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในทางบวก ซึ่งแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งใช้ในการวิจัยแบ่งได้ 3 ประเภท คือ (1) สร้างโดยผู้วิจัยเอง (2) สร้างโดยอาศัยกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักวิชาการ (3) นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากงานวิจัยมาใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีลงมือกระทำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการสอน โดยผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยตนเองโดยอาศัยกรอบแนวคิดจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5. ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

5.1 ความหมายของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ในปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งผลให้การดำรงชีวิตมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น บุคคลแต่ละคนจะพบกับปัญหาในชีวิตและเผชิญความยากลำบากที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการยืนหยัดต่อสู้เพื่อจัดการกับปัญหาและเอาชนะความลำบากเป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวของแต่ละบุคคล ดังนั้นจึงมีการศึกษาทางจิตวิทยาที่เรียกว่า ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค (Adversity Quotient: AQ) โดยมีนักจิตวิทยาคนสำคัญ คือ พอล จี สตอลท์ซ (Paul G. Stoltz) ในปัจจุบันมีนักวิชาการทางการศึกษาได้ให้ความสนใจในการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค โดยให้ความหมายดังนี้

Stoltz (1997) ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค หมายถึงความสามารถของบุคคลในการตอบสนองต่อเหตุการณ์ในยามที่ต้องเผชิญกับความทุกข์ยากหรือความลำบาก โดยผู้ที่มีความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคสูงจะมีจิตใจที่เข้มแข็งไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคใดๆ แม้จะพ่ายแพ้หรือล้มเหลวไปก็สามารถลุกขึ้นสู้ใหม่ได้ ส่วนผู้ที่มีความสามารถ

ในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคต่ำ เวลาที่ต้องเผชิญกับความผิดหวังหรือความทุกข์ยากก็จะพ่ายแพ้ บางคนอาจจะทิ้งงานไปกลางคัน หรือบางคนอาจจะท้อแท้กับชีวิตถึงขั้นลาออกจากงานเป็นต้น

กรณีศึกษา สุขสมัย (2549, น.65) ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค หมายถึง การที่บุคคลเผชิญปัญหาต่างๆที่ผ่านเข้ามาในชีวิต โดยเชื่อว่าตนเองสามารถควบคุมสถานการณ์ รับรู้ต้นเหตุและรับผิดชอบต่อปัญหา เข้าถึงปัญหาต่างๆและอดทนต่อปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่ความสำเร็จในชีวิต

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2552, น.6-7) ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตอบสนองต่อปัญหาอุปสรรคด้วยเจตคติในทางบวก มีสติ มีความรับผิดชอบและหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยความมุ่งมั่น อดทน จนสามารถฝ่าฟันและเอาชนะปัญหาได้ กล่าวคือ เป็นความสามารถในการเปลี่ยนวิกฤติให้เป็นความสำเร็จนั่นเอง

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค หมายถึง การที่บุคคลสามารถตอบสนองต่อปัญหาต่างๆอย่างมีสติ สามารถรับรู้ต้นเหตุและเข้าใจปัญหา มีความรับผิดชอบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น มีความมุ่งมั่นอดทนจนกระทั่งฝ่าฟันและเอาชนะปัญหาได้

5.2 แนวคิดพื้นฐานของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคมีพื้นฐานมาจากกลุ่มวิชาทางวิทยาศาสตร์ 3 สาขาของStoltz (1997)ดังนี้

จิตวิทยาการรู้คิด (Cognitive Psychology)เมื่อเกิดปัญหาหรืออุปสรรคนุษย์ไม่ทราบว่าจะจัดการอย่างไร ทำให้เกิดความท้อแท้และสิ้นหวัง ทำให้สูญเสียความสามารถในการแก้ปัญหาส่งผลให้การแก้ปัญหาล้มเหลว ในทางตรงข้ามถ้าได้รับการฝึกให้รู้ ว่า ปัญหาหรืออุปสรรคเกิดขึ้นชั่วคราว เกิดจากปัจจัยภายนอก นุษย์ก็จะเกิดกำลังใจในการหาแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จ

ระบบภูมิคุ้มกันจิตประสาท (Psychoneuroimmunology)สุขภาพกายและสุขภาพจิตมีความสัมพันธ์กันโดยตรง สุขภาพจิตที่ดีจะส่งผลให้ภูมิคุ้มกันโรคดีตามไปด้วย ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคจะช่วยให้สุขภาพกายและสุขภาพจิตดี ปราศจากโรคภัย

สรีรวิทยาของระบบประสาท (Neurophysiology)สมองมีโครงสร้างที่สามารถสร้างความเคยชินได้ ถ้าเรามีการพัฒนาเจตคติให้ไปในทางบวก จะช่วยในการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคได้

5.3 องค์ประกอบของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2552, น.17 – 18)ได้นำเสนอการแบ่งองค์ประกอบความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคออกเป็น 4 มิติ ตามแนวคิดของ พอล จี สตอลท์ซ โดยเรียกย่อว่า CO2RE ซึ่งใช้ในการประเมินระดับของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค โดยมีรายละเอียดในแต่ละมิติ ดังนี้

มิติที่ 1 การควบคุม (C = Control) หมายถึง ระดับการรับรู้ถึงความสามารถในการควบคุมตนเองให้สามารถข้ามผ่านเหตุการณ์ที่ยากลำบากหรืออุปสรรคไปได้

ผู้ที่มีมิติด้านการควบคุมที่สูง ได้แก่ คนที่สามารถเข้าใจปัญหาความยากลำบาก มีความคิดในเชิงรุกต่อปัญหาและพยายามหาทางออกในการแก้ปัญหาเพื่อทำให้ตนผ่านพ้นอุปสรรคและความยากลำบากได้ในระดับสูง เชื่อว่า ไม่มีอะไรที่เราไม่สามารถควบคุมได้เว้นแต่เราไม่พยายามควบคุมมัน

มิติที่ 2 การรับรู้สาเหตุและความรับผิดชอบ (O_2 = Origin and Ownership) หมายถึง ระดับความสามารถในการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยอื่นที่เป็นองค์ประกอบของอุปสรรคว่ามีสาเหตุมาจากอะไร โดยการพิจารณาจากพฤติกรรมของตนเองมากกว่าความสามารถของตนเองที่ก่อให้เกิดความผิดพลาดแล้วเรียนรู้ที่จะปรับปรุงแก้ไข โดยไม่มีการตำหนิโทษตนเอง เพราะ การตำหนิโทษตนเองจะนำไปสู่ความโศกเศร้าเสียใจ อย่างไรก็ตามถ้าหากพบว่าเป็นความผิดพลาดของตนเองจะเข้าไปมีบทบาทในการรับผิดชอบหาทางแก้ไขให้ได้ ไม่ผลักภาระความรับผิดชอบให้ผู้อื่น

ผู้ที่มีมิติด้านสาเหตุและความรับผิดชอบสูง ได้แก่ ผู้ที่มีแนวโน้มค้นหาคำว่า สาเหตุของอุปสรรคเกิดขึ้นมาจากสาเหตุภายนอก แต่ถ้าหากพบว่าเป็นความผิดของตนเองก็จะพิจารณาที่พฤติกรรมภายนอกมากกว่าปัจจัยภายในตัวเอง (เช่น ความสามารถ ความฉลาด) แล้วปรับปรุงตนเองจากความผิดพลาดที่เกิดขึ้น แต่ไม่โทษตัวเองพร่ำเพรื่อเพราะจะทำให้หมดกำลังใจ คนที่มีมิตินี้สูงจะยินดีรับผิดชอบในผลของสิ่งที่ตนกระทำ ไม่ผลักความรับผิดชอบให้ผู้อื่น

มิติที่ 3 การกระจายตัวของปัญหา (R = Reach) หมายถึง การวัดผลการกระจายของความยุ่งยากของปัญหาที่มีต่อการดำเนินชีวิตของแต่ละคนว่ามีมากน้อยเพียงใด

ผู้ที่มีมิติด้านการกระจายตัวของปัญหาสูง ได้แก่ คนที่สามารถควบคุมอารมณ์ด้านลบและสามารถจำกัดความเสียหายให้อยู่ภายในขอบเขตเป็นผู้ที่พร้อมรับกับอุปสรรคความยากลำบากทุกสถานการณ์ ไม่หวั่นไหว ไม่จมอยู่กับความทุกข์ที่มากับความยากลำบาก แต่คิดว่าอุปสรรคเป็นเหมือนเหตุการณ์หนึ่งที่ผ่านมาในชีวิตและจะผ่านพ้นไป มีความเชื่อว่า ทุกปัญหาสามารถแก้ไขได้ ไม่คิดทางลบหรือคิดวิต

มิติที่ 4 ความอดทนต่อความขัดแย้งปัญหา (E = Endurance) หมายถึง การรับรู้ถึงความคงทนของอุปสรรคได้มากหรือน้อย และความสามารถในการจัดการกับความขัดแย้งของอุปสรรค รวมถึงหาวิธีที่จะขจัดให้หมดไป

ผู้ที่มีมิติด้านความอดทนสูง ได้แก่ ผู้ที่รับรู้ว่าคุณอุปสรรคจะดำรงอยู่ในระยะเวลาชั่วคราวเท่านั้นและสามารถแก้ไขได้ด้วยการฝึกฝนทักษะและความรู้ความสามารถ มีความหวัง มีกำลังใจ มีความพยายามที่จะหาทางเอาชนะอุปสรรคความยากลำบากในชีวิตให้หมดไปโดยเร็ว ในขณะที่ผู้ที่มีมิติด้านนี้ต่ำจะเป็นคนที่สิ้นหวังในชีวิต คิดว่าคุณอุปสรรคที่เกิดขึ้น ไม่สามารถขจัดออกไปได้และจะไม่พยายามแก้ไข ยอมรับว่าสิ่งที่เกิดขึ้นหรือเผชิญอยู่นั้นยังคงอยู่เป็นอุปสรรคของตนต่อไป

5.4 เทคนิคในการช่วยพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคสามารถพัฒนาได้ ซึ่งมีนักวิชาการสนใจศึกษาและเสนอแนะวิธีการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค เช่น Stoltz(1997) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค เรียกว่าThe LEAD Sequence (Stolz, 1997 อ้างถึงในสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552)ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

L = Listen to your adversity respond หมายถึง การฟังและรับรู้ถึงวิธีการตอบโต้ปัญหาอุปสรรคของตนเองว่าเป็นอย่างไร มิติ (CO2RE) ใดต่ำหรือสูง

E = Explore all origins and your ownership of the result หมายถึง การสำรวจว่าสิ่งใดคือสาเหตุดั้งเดิมของอุปสรรคที่เกิดขึ้น ระบุให้ชัดเจนอย่างเฉพาะเจาะจงว่า ตนเองต้องทำอะไรเพื่อให้สถานการณ์ดีขึ้น และสาเหตุดังกล่าวมีส่วนใดที่อยู่ในความรับผิดชอบของเรา และสิ่งใดที่อยู่นอกเหนือความรับผิดชอบหรือการตัดสินใจของเรา

A = Analyze the evidence หมายถึง การวิเคราะห์ให้เกิดความชัดเจน โดยการค้นหาหลักฐานหรือภาวะแวดล้อมมาสนับสนุนว่าสิ่งที่ย้อนนอกเหนือการควบคุมจริง ๆ แล้วมีอะไรบ้าง อุปสรรคจะเชื่อมโยงมาสู่ส่วนอื่นของชีวิตอีกหรือไม่ ทำอย่างไรจึงจะไม่ทำให้ปัญหาอยู่ในชีวิตนานจนเกินควรพร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในการแก้ไขและเพิ่มศักยภาพของตนเอง

D = Do something หมายถึง เป็นการเลือกวิธีการและลงมือดำเนินการเพื่อให้อุปสรรคอยู่กับเราในระยะเวลาที่น้อยที่สุด ด้วยการหาข้อมูลที่เป็นเพิ่มเติม และวิธีที่จะสามารถควบคุมไม่ให้อุปสรรคเข้ามามีบทบาทต่อชีวิต

จากเทคนิคดังกล่าว มีความเชื่อว่า เราสามารถเปลี่ยนแปลงชีวิตให้เกิดความสำเร็จ โดยการเปลี่ยนนิสัยและวิธีคิด เราสามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงขึ้นมาได้ โดยการโต้แย้งกับรูปแบบความคิดแบบเก่าที่ทำลายตนเอง และตั้งใจสร้างรูปแบบความคิดแบบใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อตนเอง

5.5 การสร้างแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

เครื่องมือวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคได้เริ่มต้นพัฒนาโดย พอล จี สดอลท์ซ ต่อมามีการพัฒนาเครื่องมือวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคอย่างหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดความหมายและนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคทั้ง 4 มิติ ได้แก่ การควบคุม การรับรู้สาเหตุและความรับผิดชอบ การกระจายตัวของปัญหา ความอดทนต่อความยืดเยื้อปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ให้สอดคล้องและครอบคลุมกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคทั้ง 4 มิติ ได้แก่ การควบคุม การรับรู้สาเหตุและความรับผิดชอบ การกระจายตัวของปัญหา ความอดทนต่อความยืดเยื้อปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ไปตรวจหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องของนิยามเชิงปฏิบัติการกับแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 นำแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคที่ได้พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item – Total Correlation)

ขั้นตอนที่ 7 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

5.6 แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ในปัจจุบันแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคมีการพัฒนาเพื่อปรับใช้ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการทำการทดสอบ ซึ่งสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2552) ได้นำเสนอแนวทางในการเลือกแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ดังนี้

1. สถานการณ์ต้องมีความเหมาะสม หมายถึง สถานการณ์ในข้อคำถามควรเป็นสถานการณ์ที่ผู้ถูกวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคจะต้องเผชิญในชีวิตประจำวัน เช่น การวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนข้อคำถามควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียน คุณครู เพื่อน ครอบครัว โดยข้อคำถามของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาจะแตกต่างกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาเนื่องจากสถานการณ์ที่ต้องเผชิญมีความแตกต่างกัน

2. รูปแบบของมาตรวัด ควรคำนึงถึงวัย อาชีพ และระดับการศึกษาของผู้ที่ทำแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค เช่น คนไทยมีความคุ้นเคยกับการทำแบบสอบถามในมาตราการประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert's Scale) ที่มีข้อคำถามอยู่ทางซ้าย ตัวเลือกอยู่ทางขวา แต่อาจไม่คุ้นเคยกับลักษณะข้อคำถามที่มีตัวเลือกอยู่ตรงกลาง นักเรียนมีความคุ้นเคยกับการทำแบบทดสอบแบบ Multiple choice ในการสร้างแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ควรเลือกรูปแบบที่มีโจทย์และคำตอบ ก. ข. ค. ให้เลือกซึ่งมีความคล้ายคลึงกับแบบทดสอบซึ่งนักเรียนมีความคุ้นเคยอยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะเลือกใช้มาตรวัดรูปแบบใด สิ่งที่ต้องคำนึง คือ คำชี้แจงควรมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และทำให้ผู้ทำแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคทราบว่าระดับความรู้สึกที่ต้องเลือกตอบหมายความว่าอย่างไร และตัวเลือกใดจึงจะตรงกับความรู้สึกและการตอบสนองต่อสถานการณ์นั้นจริง ๆ

3. ความยาวของแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ควรมีความเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป เนื่องจากเป็นสถานการณ์สมมติ ดังนั้น ผู้ทำแบบวัดต้องใช้เวลาในการคิดว่าหากตนเองประสบกับเหตุการณ์เช่นนั้น เขาจะตอบสนองต่อเหตุการณ์อย่างไร หากมีข้อคำถามมาก ผู้ถูกวัดอาจเบื่อนายที่จะทำจึงรีบตอบให้เสร็จโดยเร็ว การตอบจึงอาจไม่ได้มาจากความคิด ความรู้สึกของเขาจริงๆ แต่หากจำนวนข้อสอบน้อยเกินไป ก็จะไม่สามารถวิเคราะห์ความสามารถในแต่ละมิติได้อย่างชัดเจน

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งเป็นช่วงชั้นเดียวกับกลุ่มประชากรในการวิจัยครั้งนี้ แบบวัดฉบับนี้พัฒนาตามทฤษฎีของพอล จี สดอลท์ซโดยกรณิกา สุขสมัย (2549) มีลักษณะเป็นแบบสอบถามในมาตราการประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert's Summated rating Scale) กำหนดความรู้สึก 4 ระดับ คือ

มากที่สุด มาก น้อย และน้อยที่สุด โดยมีข้อคำถาม 35 ข้อ ประกอบด้วยความสามารถ 4 ด้าน ดังแสดงในตารางที่ 2.20 และมีโครงสร้างดังแสดงในตารางที่ 2.21 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ .89 รายละเอียดของแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคฉบับนี้ แสดงในตัวอย่างที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์ แสดงในภาคผนวก จ)

ตารางที่ 2.20 แสดงองค์ประกอบแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคซึ่งพัฒนา
โดยกรรณิกา สุขสมัย

องค์ประกอบ	นิยามเชิงปฏิบัติการ	จำนวนข้อ
การควบคุมสถานการณ์ (Control)	ความสามารถของบุคคลในการรับรู้หรือเข้าใจได้ว่าตนเองสามารถจัดการหรือตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เลวร้ายได้ มีความเชื่อว่าปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีหนทางที่แก้ไขได้ มีความมุ่งมั่นในการตัดสินใจ ยืนกราน ไม่ลดละความตั้งใจในการเผชิญปัญหา	8
การรับรู้ต้นเหตุ และรับผิดชอบต่อปัญหา (Origin and Owership)	ความสามารถของบุคคลในการรับรู้ต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยไม่กล่าวโทษตนเองจนเกินไป ไม่คิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นเพราะความผิดพลาด ความล้มเหลว หรือความบกพร่องของตนเองแต่เพียงผู้เดียว ตำนานตนเองอย่างสร้างสรรค์ และนำตนเข้าไปร่วมรับผิดชอบหรือแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นโดยไม่ผลักภาระความรับผิดชอบไปให้ผู้อื่น	7
การเข้าถึงปัญหา (Reach)	ความสามารถของบุคคลในการกล้าเผชิญกับปัญหาที่เข้ามาในชีวิต คิดว่าเราสามารถกำหนดขอบเขตของปัญหาได้ ไม่คิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจะเลวร้ายกว่าที่เป็นอยู่ ยอมรับสิ่งที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริง เข้าใจถึงปัญหาหรือความขัดแย้งที่เกิดขึ้นว่าความขัดแย้งดังกล่าวไม่ได้หมายความว่าความรวมไปถึงการสูญเสียสัมพันธภาพที่ดีต่อกันและมองปัญหาว่าเป็น	11

สิ่งท้าทาย

ตารางที่ 2.20 (ต่อ)

องค์ประกอบ	นิยามเชิงปฏิบัติการ	จำนวนข้อ
การอดทนต่อปัญหา (Endurance)	ความสามารถของบุคคลในการรับรู้หรือเข้าใจได้ว่า ปัญหาและต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งที่ชั่วคราว ไม่ได้เกิดขึ้นบ่อยๆ หรือ ตลอดเวลาและสามารถรับมือและอดทนต่อความยืดหยุ่นของปัญหาต่าง ๆ ได้	9

ตารางที่ 2.21 แสดงโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคซึ่งพัฒนาโดยกรรณิกา สุขสมัย

องค์ประกอบ	นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม
การควบคุมสถานการณ์ (Control)	1 เมื่องานที่ทำมีปัญหา สามารถเข้าควบคุมหรือแก้ไขสถานการณ์ได้ 2 หากเกิดเหตุการณ์สุดวิสัยขึ้น สามารถหาทางออกที่ดีที่สุดให้กับตนเองได้	8, 11, 13, 19, 26, 28, 30(+), 35
การรับรู้ต้นเหตุ และรับผิดชอบต่อปัญหา (Origin and Owership)	1 ไม่คิดว่างานต่าง ๆ ที่ผิดพลาด มักเกิดจากตนเอง แต่เพียงผู้เดียว 2 ไม่คิดว่าตนเองไม่เอาไหน หรือมีสติปัญญาต่ำ	2, 4, 14, 17, 23, 27, 29(+)
การเข้าถึงปัญหา (Reach)	1 แม้จะผิดหวังกับเพื่อนก็ไม่คิดว่าจะสูญเสียสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน 2 ไม่คิดว่าการที่ตนเองถูกตั้งความหวังไว้สูง จะกระทบต่อการดำเนินชีวิตด้านอื่น ๆ 3 คิดว่างานที่ทำผิดพลาด สูญหาย สามารถแก้ไขหรือค้นหาข้อมูลได้อีก	1, 6, 9, 12, 15, 20, 22, 24, 31, 33, 34

ตารางที่ 2.21 (ต่อ)

องค์ประกอบ	นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม
การอดทนต่อปัญหา (Endurance)	1 คิดว่าเป็นการชั่วคราวเมื่อต้องอยู่ร่วมกับบุคคลที่เราไม่ชอบหน้า	3, 5(+), 7, 10, 16, 18,
	2 ไม่คิดว่าเหตุการณ์ที่ทำให้รู้สึกกดดันจะเกิดขึ้นเป็นประจำ	21, 25, 32
	3 คิดว่าการผิดหวังกับเพื่อนสนิท หรือคนที่รักเป็นเรื่องชั่วคราวสามารถกลับมาคืนดีได้	

หมายเหตุ 1 : วงเล็บ (+) หลังตัวเลขข้อคำถาม หมายถึง ข้อคำถามข้อนั้นเป็นข้อความทางบวก ส่วนข้อที่ไม่ได้ระบุวงเล็บหลังตัวเลข เป็นข้อความทางลบ

หมายเหตุ 2 : ที่มา การพัฒนามาตรวัดความสามารถในการฝ่าฟันอุปสรรคตามทฤษฎีของสตอลทซ์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4.(น.181 – 182). กรรณิกา สุขสมัย. 2549.บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยบูรพา.



ตัวอย่างที่ 1

แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4

(กรรณิกา สุขสมัย, 2549)

แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาแต่ละข้อคำถามว่านักเรียนมีความคิด ความรู้สึกหรือพฤติกรรมอยู่ในระดับใด แล้วให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง มากที่สุด มาก น้อย น้อยที่สุด โดย

มากที่สุด หมายถึง นักเรียนมีความคิด ความรู้สึก หรือพฤติกรรมนั้น 76% ขึ้นไป

มาก หมายถึง นักเรียนมีความคิด ความรู้สึก หรือพฤติกรรมนั้น 51% - 75%

น้อย หมายถึง นักเรียนมีความคิด ความรู้สึก หรือพฤติกรรมนั้น 26% - 50%

น้อยที่สุด หมายถึง นักเรียนมีความคิด ความรู้สึก หรือพฤติกรรมนั้น ต่ำกว่า 25%

ข้อ	ข้อคำถาม	มากที่สุด	มาก	น้อย	น้อยที่สุด
1.	เมื่อฉันต้องทำกิจกรรมกับเพื่อนต่างห้องเรียนที่ไม่มีใครสนใจฉันนัก ทำให้ฉันไม่อยากเข้าร่วมกิจกรรมอีก				
2.	การที่เพื่อนสอบไม่ผ่าน เพราะฉันไม่ดีเองที่ชวนเพื่อนไปเที่ยวก่อนสอบ				
3	การที่ฉันถูกปฏิเสธการเข้าร่วมการแสดงของโรงเรียน เป็นเรื่องที่เกิดขึ้นเสมอ				
4	การที่เพื่อนไม่มาตามนัด เพราะฉันไม่มีความสำคัญสำหรับเขา				
5	การผิดหวังกับเพื่อนสนิทเป็นเรื่องชั่วคราว ฉันสามารถกลับมาคืนดีได้ในไม่ช้า				
6	หากฉันไม่ได้รับคัดเลือกเป็นหัวหน้าห้องในเทอมนี้ฉันคงไม่ได้รับเลือกให้เป็นผู้นำด้านอื่น ๆ ของโรงเรียนด้วย				

แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีข้อคำถาม 35 ข้อ คะแนนเต็ม 140 คะแนน วัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค 4 ด้าน แต่ละด้านมีจำนวนข้อคำถามและคะแนนเต็ม ดังนี้ ด้านการควบคุมสถานการณ์ มีข้อคำถาม 8 ข้อ คะแนนเต็ม 32 คะแนน ด้านการรับรู้ต้นเหตุและรับผิดชอบต่อปัญหา มีข้อคำถาม 7 ข้อ คะแนนเต็ม 28 คะแนน ด้านการเข้าถึงปัญหา มีข้อคำถาม 11 ข้อ คะแนนเต็ม 44 คะแนน ด้านการอดทนต่อปัญหา มีข้อคำถาม 9 ข้อ คะแนนเต็ม 36 คะแนน การให้คะแนนมีเกณฑ์ แสดงในตารางที่ 2.22 และเกณฑ์ที่ใช้ในการเทียบช่วงคะแนนดิบกับระดับความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคแสดงในตารางที่ 2.23

ตารางที่ 2.22 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
ซึ่งพัฒนาโดยกรรณิกา สุขสมัย

ระดับความรู้สึก	ข้อคำถามทางบวก	ข้อคำถามทางลบ
มากที่สุด	4	1
มาก	3	2
น้อย	2	3
น้อยที่สุด	1	4

ตารางที่ 2.23 แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการเทียบช่วงคะแนนดิบกับระดับความสามารถในการเผชิญ
และฝ่าฟันอุปสรรคของแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
ซึ่งพัฒนาโดยกรรณิกา สุขสมัย

ช่วงคะแนนดิบ	ระดับความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
116 - 137	สูง (กลุ่มนักปีนเขา)
98 - 115	ปานกลาง (กลุ่มนักตั้งแคมป์)
68 - 97	ต่ำ (กลุ่มคนไม่สู้)

หมายเหตุ: ที่มา การพัฒนามาตรวัดความสามารถในการฝ่าฟันอุปสรรคตามทฤษฎีของสตอลทซ์
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4.(น.191). กรรณิกา สุขสมัย. 2549.บัณฑิตวิทยาลัย:
มหาวิทยาลัยบูรพา.

5.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการสอนจำนวน 4 ฉบับ ดังนี้

วันดี จันทรลอย (2549) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้า เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการอภิปรายของงานวิจัยฉบับนี้ พบว่า ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างมีระบบ จนกระทั่งได้ผลงานของนักเรียน นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดผลงาน ร่วมกันออกแบบ เขียนแบบอย่างเป็นระบบ จนกระทั่งได้ผลงานออกมาและนำมาปรับปรุง ทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อประเมินผลงาน ส่งผลให้นักเรียนได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

อสมมา มาตราบุญ (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคโดยใช้กิจกรรมกลุ่ม พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากกิจกรรมกลุ่มเป็นเครื่องมือ นำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้จักและเข้าใจตนเอง เกิดการยอมรับตนเอง จนสามารถพัฒนาตนเองให้มีความงอกงามทางจิตใจ

วัฒนา ปัดฉะโร (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคโดยใช้กระบวนการกลุ่ม พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้แสดงความคิดเห็น ในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ฝึกทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ ส่งผลให้เกิดความเป็นมิตรซึ่งจะทำให้ นักเรียนกล้าที่จะเผชิญกับปัญหาหรืออุปสรรคต่างๆ

สิริวรรณ วงศ์พงศ์เกษม (2554) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมพัฒนานักเรียนที่มีต่อความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค โดยกลุ่มทดลองเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนานักเรียนที่มีต่อความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคและกลุ่มควบคุมไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมดังกล่าว ผลการศึกษา พบว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการอภิปรายของงานวิจัย

ฉบับนี้ พบว่า โปรแกรมพัฒนานักเรียนที่พัฒนาขึ้นเป็นการบูรณาการระหว่างกิจกรรมพัฒนานักเรียนกับทฤษฎีความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของพอล จี สดอลท์ซ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีกิจกรรมซึ่งมีลักษณะ การให้ความรู้ การทำงานกลุ่ม การอภิปราย การแสดงบทบาทสมมติ การทำงานเดี่ยว การเล่นเกมโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียนและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการปรับปรุงผลงานให้มีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการจัดกิจกรรมบูรณาการกับทฤษฎีความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของพอล จี สดอลท์ซ จะสามารถพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนได้ แนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการสอนในการวิจัยครั้งนี้

6. รูปแบบการเรียนการสอน

6.1 ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบ ตามพจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา พุทธศักราช 2558 ได้ให้ความหมายว่า ผลที่เกิดจากความคิดเพื่อแก้ปัญหาหรือเพื่อการพัฒนาที่ดำเนินการเป็นขนาดเล็กหรือในลักษณะย่อยส่วน โดยการศึกษาวิเคราะห์สภาพปัจจุบันจากกลุ่มตัวอย่างที่เลือก โดยวิธีการที่เป็นระบบหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จนได้รูปแบบที่สามารถนำไปใช้ได้จริง โดยมีความเหมาะสมและเป็นไปได้ เช่น รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร รูปแบบการเรียนการสอน รูปแบบการบริหารวิชาการ โครงการวิจัยและพัฒนาอื่นๆ มีการนำรูปแบบมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งนักวิชาการศึกษาได้ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน เช่น

Joyce and Weil (1996, pp.1) รูปแบบการสอน หมายถึง การบรรยายถึงสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ รวมถึงพฤติกรรมของครูในการใช้รูปแบบการสอนนั้นๆ รูปแบบการสอนสามารถใช้ในการดำเนินการตั้งแต่ วางแผนการสอน หลักสูตร และการออกแบบสื่อการสอน รวมถึงโปรแกรมสื่อผสมต่างๆ

ทิสนา แคมมณี (2554, น.5) รูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบ ระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่างๆ โดยมีการจัดกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนการสอนโดยอาศัย

วิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ เข้าไปช่วยทำให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ และได้รับการพิสูจน์และทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนได้

ชนาธิป พรกุล (2554, น.122) รูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง แบบแผนการดำเนินการสอนที่จัดเป็นระบบ มีความสอดคล้องกับทฤษฎี หรือหลักการเรียนรู้ ได้มีการพิสูจน์หรือทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบ

พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา พุทธศักราช 2558(2558, น.354 – 355) รูปแบบการสอน หมายถึง แบบแผนของกระบวนการสอนที่ได้รับการจัดลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบสอดคล้องกับทฤษฎีหรือหลักการที่รูปแบบนั้นยึดถือและนำไปสู่จุดมุ่งหมายเฉพาะของรูปแบบนั้น กระบวนการสอนดังกล่าวต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบตามระเบียบวิธีที่เหมาะสม จนกระทั่งมั่นใจได้ว่าสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายได้จริง จึงมีการเผยแพร่ให้นำไปใช้เป็นแบบแผนในการสอนเรื่องต่างๆ ที่มีจุดมุ่งหมายตามที่รูปแบบนั้นกำหนด

ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน สามารถสรุปได้ว่า หมายถึง การบรรยายแบบแผนแสดงสภาพการจัดการเรียนการสอนและแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ได้แก่ หลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดและกระบวนการสอน ซึ่งได้รับการทดสอบแล้วว่า จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายเฉพาะเจาะจงของรูปแบบการสอนนั้น

6.2 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนจะมีองค์ประกอบและการบรรยายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญๆ ดังนี้ (ทิศนา แฉมมณี 2554, น.4)

1. มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบการสอนนั้นๆ
2. มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ
3. มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้นๆ
4. มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้นๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

6.3 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

การเปลี่ยนแปลงทางสังคม ส่งผลให้พฤติกรรมของมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลง กระบวนการเรียนรู้ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงด้วย การจัดการเรียนการสอนของครูจึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอนนั้น ดังนั้น การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจึงเป็นสำคัญ (Joyce & Weil, 1996) ได้เสนอหลักการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนต้องมีทฤษฎีรองรับ เช่น ทฤษฎีด้านจิตวิทยาการเรียนรู้
2. เมื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแล้ว ก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลายจะต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎีและตรวจสอบคุณภาพในเชิงการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบที่พัฒนาขึ้น
3. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน อาจออกแบบให้ใช้ได้อย่างกว้างขวางหรือเพื่อเฉพาะวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
4. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน จะมีจุดมุ่งหมายหลักที่ถือเป็นหลักในการพิจารณาเลือกรูปแบบไปใช้ กล่าวคือ ถ้าผู้ใช้นำรูปแบบการสอนไปใช้ตรงกับจุดหมายหลักก็จะทำให้เกิดผลสูงสุด แต่ก็สามารถนำรูปแบบนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ ถ้าพิจารณาเห็นว่าเหมาะสม แต่ก็อาจได้ผลสำเร็จลดน้อยลงไป

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการเผชิญและฟันฝ่าอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการพัฒนาการเรียนการสอนได้นำหลักการของจอยส์และวีล (Joyce & Weil, 1996) มาใช้ โดยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบ คือ หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลของรูปแบบการสอน