

บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ทบทวนทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังนี้

- 2.1 สภาพแวดล้อมทางการเรียน
- 2.2 เทคโนโลยีเสมือนจริง
- 2.3 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
- 2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.5 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
- 2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.7 ความพึงพอใจ
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สภาพแวดล้อมทางการเรียน

2.1.1 ความหมายของสภาพแวดล้อมทางการเรียน

อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์ [10] ได้กล่าวถึงสภาพแวดล้อมทางการเรียน (Learning Environment) ว่า หมายถึง สภาพใดๆ ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทั้งที่เป็นรูปธรรม และนามธรรม สภาพแวดล้อมที่เป็นรูปธรรม (Concrete Environmental) หรือสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment) ได้แก่ สภาพต่างๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น อาคาร สถานที่ โต๊ะ เก้าอี้ วัสดุ อุปกรณ์ หรือสื่อต่างๆ รวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่อยู่ตามธรรมชาติ อันได้แก่ ต้นไม้ พืช ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ส่วนสภาพแวดล้อมที่เป็นนามธรรม (Abstract Environment) หรือสภาพแวดล้อมทางจิตวิทยา (Psychological Environmental) ได้แก่ ระบบคุณค่าที่ยึดถือซึ่งเป็นส่วนสำคัญของวัฒนธรรม ของกลุ่มสังคมข่าวสาร ความรู้ ความคิด ตลอดจนความรู้สึกรักใคร่และเจตคติต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นของตัวเองหรือคนอื่นก็ตาม

แอสติน (Astin) [11] กล่าวว่า สภาพแวดล้อมโรงเรียน (Shool Environment) หมายถึง ลักษณะใดๆก็ตามของโรงเรียนที่เป็นสิ่งเร้า (Stimulus) ที่มีศักยภาพอันมีอิทธิพลต่อนักเรียนนักศึกษา

พงศ์ประเสริฐ หกสุวรรณ [12] กล่าวว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ หมายถึงสภาวะหรือสิ่งต่างๆ ที่ถูกจัดขึ้นและสิ่งที่มีอยู่แล้วทั้งในและนอกห้องเรียน ในสถาบันการศึกษา ในครอบครัวและสังคมที่มีผลกระทบต่อผู้เรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้จึงครอบคลุมทั้งสภาพแวดล้อมทางกายภาพ สภาพแวดล้อมทางจิตภาพและสภาพแวดล้อมทางสังคม

สรุปได้ว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียน หมายถึง ลักษณะสภาวะใดๆ ของสถานศึกษาทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมที่ส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการสร้างขึ้นของมนุษย์ สภาพแวดล้อมทางการเรียนเป็นส่วนสำคัญต่อการเรียนการสอนซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการรับรู้ ความคิด ตลอดจนความรู้สึกรักใคร่และเจตคติต่างๆ

2.1.2 ลักษณะของสภาพแวดล้อมทางการเรียน

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า [2] ได้กล่าวถึงลักษณะของสภาพแวดล้อมทางการเรียนว่าสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะด้วยกันคือ

1. สภาพแวดล้อมทางด้านกายภาพ
2. สภาพแวดล้อมทางด้านจิตภาพ
3. สภาพแวดล้อมทางด้านสังคม

1. สภาพแวดล้อมทางด้านกายภาพ เป็นสภาพแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ อาคารสถานที่ โต๊ะ เก้าอี้ สื่อ อุปกรณ์การสอนต่างๆ รวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่อยู่ตามธรรมชาติ ได้แก่ ต้นไม้ พืช ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ เป็นต้น สภาพแวดล้อมทางการเรียนด้านกายภาพ จะส่งผลต่อการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน แบ่งออกเป็นสภาพแวดล้อมในห้องเรียนและสภาพแวดล้อมภายนอกห้องเรียน

1.1 สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ประกอบด้วยห้องเรียนและอุปกรณ์การเรียนต่างๆ แสงสว่าง สี เสียง อุณหภูมิ เหล่านี้เป็นต้น

1.1.1 ห้องเรียนและอุปกรณ์การเรียน ได้แก่ ห้อง พื้นห้อง ผนัง ประตู หน้าต่าง ขนาด และพื้นที่ว่างภายในห้องเรียน โต๊ะ เก้าอี้ กระดานดำ อุปกรณ์ตกแต่งห้องเรียน เช่น แจกันดอกไม้ ภาพวาด เป็นต้น

1.1.2 แสงสว่าง ได้แก่แสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ และแสงประดิษฐ์ ซึ่งเป็นแสงจากหลอดไฟประดิษฐ์

1.2.3 เสียง ได้แก่เสียงบรรยายของผู้สอน เสียงการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้เรียน เสียงจากเครื่องขยายเสียง เหล่านี้จะต้องมีระดับความดังที่พอเหมาะ

1.2.4 อุณหภูมิ ได้แก่ ระดับความชื้นของอากาศ การถ่ายเทของอากาศ การระบายอากาศโดยธรรมชาติและการ ระบายอากาศจากอุปกรณ์อำนวยความสะดวก ได้แก่พัดลม เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

1.2 สภาพแวดล้อมภายนอกห้องเรียน ได้แก่ แหล่งความรู้ต่างๆ เช่น แหล่งวิทยบริการ ห้องปฏิบัติการ ห้องทดลอง โรงฝึกงาน ห้องสมุด ศูนย์วัฒนธรรม ต่างๆ ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะมี ความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับ การเรียน และการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากใน ห้องเรียน

2. สภาพแวดล้อมทางด้านจิตภาพ ได้แก่สภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อ ความรู้สึกจิตใจ เจตคติของนักเรียน ที่มีต่อการเรียนการสอน แบ่งออกเป็นองค์ประกอบ สำคัญใหญ่ๆ 2 องค์ประกอบคือ

2.1 องค์ประกอบด้านนักเรียน

2.1.1 บุคลิกภาพและพฤติกรรมของนักเรียน จะมีความสัมพันธ์และอิทธิพลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บุคลิกภาพและพฤติกรรมของนักเรียนที่สำคัญ ได้แก่ การร่วมกิจกรรม การเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะ การสมาคม ภายในกลุ่ม ความมีระเบียบในการทำงาน ความเป็นประชาธิปไตย เป็นต้น

2.1.2 ระดับสติปัญญา ของนักเรียนมีความสัมพันธ์และมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรเลือกเนื้อหาและกิจกรรมให้เหมาะสมกับระดับสติปัญญาของนักเรียนด้วย

2.1.3 สถานภาพทางครอบครัว จากงานวิจัยพบว่า พื้นฐานทางครอบครัวจะส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพบว่า อาชีพและรายได้ของบิดามารดามีความสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกทั้งการเอาใจใส่ของผู้ปกครอง จะส่งผลทางตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นการจัดการศึกษาก็ควรคำนึงถึงในส่วนนี้ด้วย หากพบว่านักเรียน มาจากสภาพครอบครัวอย่างไรแล้ว ก็จะได้จัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้เหมาะสม เช่น การจัดหาทุนการศึกษา แก่นักเรียนที่มีสภาพครอบครัวที่ยากจน เพื่อที่นักเรียนจะได้มีกำลังใจที่จะศึกษาเล่าเรียนมากยิ่งขึ้น

2.2 องค์ประกอบด้านผู้สอน

2.2.1 บุคลิกภาพและพฤติกรรมของครูผู้สอนบุคลิกภาพและพฤติกรรมของผู้สอนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน ของนักเรียน จากงานวิจัยพบว่า บุคลิกภาพและพฤติกรรมของครูที่นักเรียนต้องการ ได้แก่ อารมณ์ดี ร่าเริง ยิ้มแย้มแจ่มใส ไม่ดูด่านักเรียนโดยไม่มีเหตุผล พุดจาไพเราะ อ่อนหวาน ไม่หยาบคาย ไม่ดื่มสุรา ยาเสพติด และเล่นการพนัน

2.2.2 ความรู้และประสบการณ์ มีความสัมพันธ์และมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งนี้จากงานวิจัยพบว่า วุฒิกูรมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนกับครูที่มีวุฒิสอง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากครูที่มีวุฒิต่ำ ทั้งนี้

เนื่องจากครูที่มีวุฒิสูงกว่า ย่อมจะผ่านกระบวนการและเทคนิควิธีการสอน และวิชาการมากกว่าครูที่มีวุฒิต่ำและยิ่งถ้าหากว่าได้สอนตรงหรือสอดคล้องกับสาขาที่ได้เรียนมาด้วยแล้วจะทำให้ผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.2.3 เทคนิคการสอน การสอนของครูเริ่มตั้งแต่การวางแผนการสอน การดำเนินการสอนและการประเมินผล จากงานวิจัยพบว่า การวางแผนการสอนเป็นดังแปรสำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หากครูผู้สอนมีการวางแผน การสอนที่ดี จะทำให้การสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น

3. สภาพแวดล้อมทางด้านสังคม ได้แก่สภาพแวดล้อมที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เช่น ความสัมพันธ์ระหว่าง นักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน นักเรียนกับครูผู้สอน รวมถึงกฎ ระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ของโรงเรียน องค์ประกอบของ สภาพแวดล้อมทางการเรียนด้านสังคม เช่น

3.1 การสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน จากงานวิจัยพบว่า บรรยากาศในชั้นเรียน มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 การสร้างแรงจูงใจ หากนักเรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียน จะทำให้ผลการเรียนดีขึ้น แรงจูงใจจะมีทั้งภายนอกและ ภายใน สำหรับแรงจูงใจภายนอกนั้นผู้สอนสามารถกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถ แสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามที่ต้องการได้

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ความสำเร็จด้านวิชาการและพฤติกรรมของนักเรียนมีผลมาจากความ สัมพันธ์ ที่มีระหว่างครูและนักเรียน กล่าวคือ คุณภาพของความสัมพันธ์ และการให้ความสนับสนุน ร่วมมือกันส่วนบุคคล ในชั้นเรียน มีผลต่อระดับความต้องการของนักเรียนแต่ละคน เนื่องมาจนสามารถสร้างกระบวนการเรียนรู้ และความ สัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และมีผลโดยตรงต่อความสำเร็จในการทำกิจกรรมด้านการเรียน

ดังที่กล่าวมาแล้วเห็นได้ว่าสภาพแวดล้อมทางการเรียน จะมีผลต่อการจัดการเรียน การสอน ตลอดจนส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียนของนักเรียนเป็นอย่างมาก ในการจัดการเรียน การสอนจึงควรต้องตระหนักถึงการ จัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนด้านต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาอย่างรอบคอบและจริงจังจึงจะบังเกิดผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างแท้จริง จากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางการเรียนดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อม ทาง การเรียน มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นสภาพแวดล้อมภายนอกโรงเรียน ที่มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนภายในโรงเรียน หรือสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนและที่ ใกล้ตัวผู้เรียนมากที่สุดคือ สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนยังมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมาก

ดังนั้นสภาพแวดล้อมทางการเรียนจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่งไม่ควร เพิกเฉยละเลย เพราะสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคน แต่โดยในสภาพ ความเป็นจริงนั้น เป็นที่สังเกตว่าสภาพแวดล้อมทางการเรียนต่างๆ ดังกล่าว ไม่ค่อยได้รับความ เอาใจใส่เท่าใดนัก ส่วน ใหญ่จะมองข้ามไปจนเกิดผลเสียต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นถ้าครู และผู้บริหาร ได้ตระหนักถึง ความสำคัญของสภาพแวดล้อมทางการเรียน ทำความเข้าใจและจัด สภาพแวดล้อมทางการเรียนให้ เอื้ออำนวยต่อการเรียนการสอนของผู้เรียน ก็จะช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้ของผู้เรียนดีขึ้น

2.1.3 การจัดชั้นเรียนด้านสิ่งแวดล้อมกายภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เน้นทางด้านกายภาพ จึงทบทวนเอกสาร ทางด้านการจัดชั้นเรียนด้านสิ่งแวดล้อมกายภาพ ดังนี้ [13]

การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนด้านกายภาพจะส่งผลต่อการเรียนการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียน แบ่งออกเป็นสภาพแวดล้อมในห้องเรียนและสภาพแวดล้อมนอกห้องเรียน โดยมี การจัดสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในห้องเรียนให้เป็นระเบียบเรียบร้อย น่าดู มีความสะอาด มีเครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่จะส่งเสริมให้การเรียนของนักเรียนสะดวกขึ้น เช่นห้องเรียนมี ขนาดเหมาะสม แสงเข้าถูกทางและมีแสงสว่างเพียงพอกระดานดำมีขนาดเหมาะสม โต๊ะเก้าอี้มีขนาด เหมาะสมกับวัยนักเรียน เป็นต้น

2.1.3.1 สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

ประกอบด้วยห้องเรียนและอุปกรณ์การเรียนต่างๆ แสงสว่าง สี เสียง อุณหภูมิ เหล่านี้เป็นต้น

1. ห้องเรียนและอุปกรณ์การเรียน ได้แก่ ห้อง พื้น ผนัง ประตู หน้าต่าง ขนาดและพื้นที่ว่าง ภายในห้องเรียน โต๊ะ เก้าอี้ กระดานดำ อุปกรณ์ตกแต่งห้องเรียน เช่น แจกันดอกไม้ ภาพวาด เป็นต้น
2. แสงสว่าง ได้แก่ แสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์และแสงประดิษฐ์ ซึ่งเป็นแสงจากหลอดไฟ ประดิษฐ์
3. เสียง ได้แก่ เสียงบรรยายของผู้สอน เสียงระหว่างการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน
4. อุณหภูมิ ได้แก่ ระดับความชื้นของอากาศ การถ่ายเทของอากาศ การระบายอากาศโดย ธรรมชาติและการระบายอากาศจากอุปกรณ์อำนวยความสะดวก ได้แก่ พัดลม เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

2.1.3.2 สภาพแวดล้อมภายนอกห้องเรียน

ได้แก่ แหล่งความรู้ต่าง ๆ เช่น แหล่งวิทยบริการ ห้องปฏิบัติการ ห้องทดลอง โรงฝึกงาน ห้องสมุด ศูนย์วัฒนธรรมต่างๆ ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับการเรียนและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากในห้องเรียน การจัดบรรยากาศทางด้านกายภาพ ได้แก่ การจัดสิ่งต่อไปนี้

1. การจัดโต๊ะเรียนและเก้าอี้ของนักเรียน

- ให้มีขนาดเหมาะสมกับรูปร่างและวัยของนักเรียน
- มีช่องว่างแถวที่นักเรียนจะลุกนั่งได้สะดวก และทำกิจกรรมได้คล่องตัว
- ให้มีความสะดวกต่อการทำความสะอาดและเคลื่อนย้ายเปลี่ยนรูปแบบที่นั่งเรียน
- ให้มีรูปแบบที่ไม่จำเจ เช่น อาจเปลี่ยนเป็นรูปตัวที ตัวยู รูปครึ่งวงกลม หรือเข้ากลุ่ม
- เป็นวงกลมได้อย่างเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน
- ให้นักเรียนที่นั่งทุกจุดอ่านกระดานดำได้ชัดเจน
- แถวหน้าของโต๊ะเรียนควรอยู่ห่างจากกระดานดำพอสมควร ไม่น้อยกว่า 3 เมตร ไม่
- ควรจัดโต๊ะติดกระดานดำมากเกินไป ทำให้นักเรียนต้องแหงนมองกระดานดำและ

หายใจเอาฝุ่นชอล์กเข้าไปมาก ทำให้เสียสุขภาพ

2. การจัดโต๊ะครู ให้อยู่ในจุดที่เหมาะสม อาจจัดไว้หน้าห้อง ข้างห้องหรือหลังห้องก็ได้ งานวิจัยบางเรื่องเสนอแนะให้จัดโต๊ะครูไว้ด้านหลังห้องเพื่อให้มองเห็นนักเรียนได้อย่างทั่วถึง อย่างไรก็ตามการจัดโต๊ะครูนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดที่นั่งของนักเรียนด้วย ให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยทั้งบนโต๊ะและในลิ้นชักโต๊ะ เพื่อสะดวกต่อการทำงานของครู และการวางสมุดงานของนักเรียน ตลอดจนเพื่อปลูกฝังลักษณะนิสัยความเป็นระเบียบเรียบร้อยแก่นักเรียน

3. การจัดป้ายนิเทศ ไว้ที่ฝาผนังของห้องเรียน ส่วนใหญ่จะติดไว้ที่ข้างกระดานดำทั้ง 2 ข้าง ครูควรใช้ป้ายนิเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนโดย

- จัดตกแต่งออกแบบให้สวยงาม น่าดู สร้างความสนใจให้แก่ นักเรียน
- จัดเนื้อหาสาระให้สอดคล้องกับบทเรียน อาจใช้ติดสรุปบทเรียน ทบทวนบทเรียน

หรือเสริมความรู้ให้แก่ นักเรียน

- จัดให้ใหม่อยู่เสมอ สอดคล้องกับเหตุการณ์สำคัญหรือวันสำคัญต่างๆ ที่นักเรียนเรียน และควรรู้

- จัดแสดงผลงานของนักเรียนและแผนภูมิแสดงความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน จะเป็นการให้แรงจูงใจที่น่าสนใจวิธีหนึ่ง

4. การจัดสภาพห้องเรียน ต้องให้ถูกสุขลักษณะ กล่าวคือ

- มีอากาศถ่ายเทได้ดี มีหน้าต่างพอเพียงและมีประตูเข้าออกได้สะดวก

- มีแสงสว่างพอเหมาะ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนอ่านหนังสือได้ชัดเจนเพื่อเป็นการถนอมสายตา ควรใช้ไฟฟ้าช่วย ถ้ามีแสงสว่างน้อยเกินไป

- ปราศจากสิ่งรบกวนต่างๆ เช่น เสียง กลิ่น คว้น ฝุ่น ฯลฯ

- มีความสะอาด โดยฝึกให้นักเรียนรับผิดชอบ ช่วยกันเก็บกวาด เช็ดถู เป็นการปลูกฝังนิสัยรักความสะอาดและฝึกการทำงานร่วมกัน

5. การจัดมุมต่างๆ ในห้องเรียน ได้แก่

- มุมหนังสือ ควรมีไว้เพื่อฝึกนิสัยรักการอ่าน ส่งเสริมให้นักเรียนอ่านคล่อง ส่งเสริม

- การค้นคว้าหาความรู้และการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ ครูควรหาหนังสือหลาย ๆ ประเภทที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัยของนักเรียนมาให้อ่านและควรหาหนังสือชุดใหม่มาเปลี่ยนบ่อย ๆ การจัดมุมหนังสือควรจัดให้เป็นระเบียบเรียบร้อยเพื่อสะดวกต่อการหยิบอ่าน

- มุมเสริมความรู้กลุ่มประสบการณ์ต่างๆ ควรจัดไว้ที่น่าสนใจ ช่วยเสริมความรู้

- ทบทุนความรู้ เช่น มุมภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา มุมความรู้ ข่าว เหตุการณ์ ฯลฯ

- มุมแสดงผลงานของนักเรียน ครูควรติดบนป้ายนิเทศ แฉวนหรือจัดวางไว้บนโต๊ะ

- เพื่อให้นักเรียนเกิดความภูมิใจในความสำเร็จและมีกำลังใจในการเรียนต่อไป อีกทั้งยังสามารถแก้ไขพัฒนาผลงานของนักเรียนให้ดีขึ้นโดยลำดับได้อีกด้วย

- ตู้เก็บสื่อการเรียนการสอน เช่น บัตรคำ แผนภูมิ ภาพพลิก กระดาษ สี กาว ฯลฯ

- ควรจัดไว้ให้เป็นระเบียบ เป็นสัดส่วน สะดวกต่อการหยิบใช้ อุปกรณ์ชิ้นใดที่เก่าเกินไป หรือไม่ใช่แล้วไม่ควรเก็บไว้ในตู้ให้รกรุงรัง

- การประดับตกแต่งห้องเรียน ครูส่วนใหญ่มักนิยมประดับตกแต่งห้องเรียนด้วยสิ่งต่างๆ เช่น ม่าน มู่ลี่ ภาพ ดอกไม้ คำขวัญ สุภาษิต ควรตกแต่งพอเหมาะไม่ให้ดูรกรุงรัง สีฉูดฉาด หรือใช้สีสะท้อนแสง อาจทำให้นักเรียนเสียสายตาได้ การประดับตกแต่งห้องเรียนควรคำนึงถึงความเรียบร้อย เป็นระเบียบ ประหยัด มุงประโยชน์และสวยงาม

2.1.4 อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางการเรียน

สภาพแวดล้อมทางการเรียน มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมาก ชัยยงค์ พรหมวงศ์ [14] กล่าวว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้มีอิทธิพลในการส่งเสริมและขัดขวางการเรียนรู้ ทั้งยังส่งผลเกี่ยวข้องถึงกันอีกด้วย สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้มีความสำคัญในระบบการเรียนการสอนหลายประการ ได้แก่

1. สนับสนุนและเอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยเฉพาะเทคโนโลยีด้านเครื่องมือ อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์และการสื่อสาร

2. ช่วยจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่พึงประสงค์แก่ผู้เรียน เสริมสร้างบรรยากาศทางการเรียน และช่วยสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

3. เป็นเงื่อนไขของการเรียนรู้ เป็นตัวกำหนดทิศทางการเรียนรู้ เป็นสื่อการเรียนรู้ สร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้และทำนวยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์ [15] ได้กล่าวถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการเรียน การสอนในชั้นเรียน แบ่งออกได้ ประเภท คือ

1. อิทธิพลทางด้านเทคโนโลยี (Technological Influences) ในปัจจุบันอัตราการเพิ่มของประชากร คูเหมือนจะเป็นปัญหาในเกือบทุกเรื่อง แม้แต่ในวงการศึกษ การเพิ่มจำนวนนักเรียนในขณะที่ขนาดของอาคารสถานที่และจำนวนครูเท่าเดิม ก็เป็นภาระอย่างยิ่งแก่โรงเรียน จึงทำให้ครูแสวงหาวิธีการที่จะแก้ปัญหาในเรื่องการเรียนการสอน การจัดดำเนินการในชั้นเรียนโดยนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาใช้ อิทธิพลของเทคโนโลยีบางประการจะแผ่ครอบคลุมเข้าไปจนยากที่ครูจะรู้สึกได้ อิทธิพลเหล่านี้ทำให้ครู สังสมเจตคติ ความรู้สึกนึกคิดและใช้เป็นแนวทางในการจัดชั้นเรียน ในช่วง 2 ศตวรรษที่ผ่านมา ความเคลื่อนไหวทางด้านเทคโนโลยีกำลังเพื่อพุมากคนส่วนใหญ่พยายาม ที่จะดำเนินชีวิตที่ดีกว่าเดิมและมีความคิดว่าเทคโนโลยีจะช่วยให้การดำเนินการต่างๆ ดีขึ้น โดยเฉพาะในด้านอุตสาหกรรม ส่วนในด้านครูนั่น เริ่มมองเห็นว่าการศึกษามีผลผลิตออกมาชัดเจนเหมือนอุตสาหกรรม การเรียนการสอน จึงเพียงแค่นักเรียนเลื่อนชั้นเท่านั้น แต่ที่จริงการเรียนการสอนในชั้นเรียน มีความหมายมากกว่าการเลื่อนชั้นหรือสอบได้ ดังนั้นนักการศึกษาจึงมองไปว่าปัญหานี้จะต้องแก้ไขโดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในหลายๆ รูปแบบ

รูปแบบแรกได้แก่ วิธีการเยียวยา (Medical Model) คือ เป็นการเน้นที่การวินิจฉัยปัญหาคำเนินการ เพื่อแก้ปัญหาและประเมินผลที่ได้ วิธีนี้ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จะพยายามช่วยครูที่มีปัญหาในเรื่องการเรียนการสอน วิธีนี้ไม่ค่อยจะได้ผลนัก เพราะการที่จะเทียบโรงเรียนให้เหมือนกับโรงพยาบาลนั้นเป็นไปได้ยาก อีกประการหนึ่ง การฝึกหัดครูได้พยายามมองปัญหาต่าง ๆ นั้นเป็นเรื่องยากอีกเช่นกัน

รูปแบบที่สอง คือ การใช้ยุทธวิธีที่อาศัยการวิจัยอย่างมีระบบ เพื่อดำเนินการเกี่ยวกับปัญหาทางด้านพฤติกรรมของนักเรียน วิธีการนี้เป็นผลมาจากการศึกษาค้นคว้าของนักจิตวิทยา นักสังคมวิทยา และนักจิตวิเคราะห์ ซึ่งเพ่งความสนใจมาที่ "พฤติกรรม" ครูจะได้รับการฝึกฝนอบรมให้รู้จักการใช้การเสริมแรงและการ ดำเนินการตามกรณี พฤติกรรมที่เหมาะสมของนักเรียนจะต้องได้รับการเสริม ในขณะเดียวกันพฤติกรรมที่ไม่พึงปรารถนาจะถูกกระตุ้นให้ปรับปรุงโดยวิธีการที่ใช้เครื่องเสริมแรงเช่นเดียวกัน ในรูปแบบนี้พบว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมไปในทางที่น่าพอใจ และลดปัญหาในห้องเรียน

รูปแบบที่สาม ได้แก่ การใช้เครื่องมือเพื่อประหยัดเวลาและแรงงาน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด ได้แก่ คอมพิวเตอร์และโทรทัศน์ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน ช่วยให้การเรียนเป็นรายบุคคล บรรลุวัตถุประสงค์ ยิ่งขึ้น การเรียนเป็นรายบุคคล หรือการเรียนด้วยตนเอง จะลดความคั่งข้องใจของผู้เรียนในเรื่องเวลาในการเรียน หรือการแข่งขันกับผู้อื่น ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง ขณะเดียวกันครูก็จะมีเวลามากพอที่จะให้ความสนใจ และเอาใจใส่นักเรียนแต่ละคนมากขึ้น นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังใช้ช่วยในการคิดคะแนน การเก็บระเบียบต่าง ๆ ตลอดจนการให้คะแนนด้วย ซึ่งก็จะช่วยลดภาระของครูในด้านธุรการ

อย่างไรก็ตามเนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่มีราคาแพงดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรการรักษาความปลอดภัยที่เข้มแข็งด้วย สำหรับโทรทัศน์นั้นสามารถนำมาใช้ในห้องเรียนได้ แม้ว่าจะอยู่ห่างไกลแค่ไหน นักเรียนจากจุดต่างๆ ทั่วประเทศนั้นสามารถนำมาใช้ในห้องเรียนได้ แม้ว่าจะอยู่ห่างไกลแค่ไหน นักเรียนจากจุดต่างๆ ทั่วประเทศสามารถเรียนกับโทรทัศน์ที่มาจากแหล่งเดียวกันได้ นอกจากนี้ยังได้มีการใช้สื่อการสอนอื่นๆ มากขึ้น

รูปแบบสุดท้าย ได้แก่ การเปลี่ยนสภาพแวดล้อมทางการเรียนด้านกายภาพ ทั้งสถาปนิก ผู้ออกแบบห้องเรียนและโรงเรียน ได้ให้ความสนใจและปรับปรุงแบบอาคารสถานที่เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้สอน และผู้เรียน ในอันที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้สะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้ยังได้พยายามออกแบบ ให้นักเรียนมีความสบายใจ มีบรรยากาศที่เอื้อแก่การศึกษาหาความรู้ การสร้างห้องเรียนนอกประสงค์ ที่สามารถปรับเปลี่ยน เพื่อใช้ในการเรียนที่เป็นกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อยได้สะดวก ออกแบบทางเดินทางติดต่อระหว่างห้องเรียน ให้มีการเคลื่อนย้ายสถานที่เรียนได้คล่องแคล่วและรวดเร็ว

2. อิทธิพลทางด้านกฎหมาย (Legal Influences) อิทธิพลทางด้านกฎหมาย มีแนวโน้มเข้ามามีบทบาทในโรงเรียนของประเทศอุตสาหกรรมมากกว่าแห่งอื่น ในประเทศที่กำลังพัฒนานั้น มักจะมีความพยายามที่จะให้อำนาจจัดการศึกษาขึ้นอยู่กับส่วนกลาง ทั้งนี้เพื่อไม่ให้มีความแตกต่างกันในเรื่องระเบียบหรือกฎข้อบังคับมากมายในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ส่วนในประเทศที่พัฒนาแล้วนั้น อิทธิพลทางกฎหมายจะเข้ามามีบทบาทมาก เพื่อจัดอิทธิพลของสมาคมผู้ปกครองที่มักจะก่อให้เกิดความยุ่งยากแก่นักศึกษาในหลายๆ ด้าน สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา อิทธิพลของสมาคมผู้ปกครองที่เห็นได้ชัด ได้แก่กฎหมายว่าด้วยสิทธิของนักเรียน พระราชบัญญัติครู ข้อห้ามลงโทษนักเรียนทางด้านร่างกาย เช่น การเฆี่ยนตี หากทำเกินเลยก็เป็นความผิดกฎหมาย นอกจากนี้ อิทธิพลทางด้านกฎหมายที่เป็นส่วนสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การให้สิทธิและโอกาสทางการศึกษาแก่เด็กเท่าเทียมกัน การจัดการศึกษาพิเศษแก่เด็กพิการ หรือเด็กผิดปกติ การจัดการศึกษาภาคบังคับ กฎหมายที่ระบุไว้ว่า บิดามารดาจะต้องส่งบุตรหลานเข้ารับการศึกษามีอายุ

ตามที่กฎหมาย กำหนดและจะต้องอยู่ในโรงเรียนหรือเรียนจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา หรือจนกว่าจะมีอายุระดับหนึ่งจึงจะให้ออกไปได้

3. อิทธิพลทางการเมือง (Political Influences) การจัดการศึกษาเพื่อให้ได้คุณภาพนั้น เป็นองค์ประกอบที่สำคัญแต่สิ่งสำคัญที่จะช่วยเสริมก็คืองบประมาณ หากมีงบประมาณมากเพียงพอ ก็สามารถจัดหาครูผู้สอนที่มีความสามารถ สามารถจัดซื้ออุปกรณ์การสอนที่ดีและหากเป็นโรงเรียนเอกชน ก็จะสามารถจ้างผู้บริหารที่มีความสามารถในการบริหาร จ้างครูดี ๆ และมีอาคารสถานที่ อุปกรณ์การสอนดี ๆ ได้ แต่ในความจริงแล้วโรงเรียนของรัฐบาลมักจะประสบปัญหาเกี่ยวข้องกับงบประมาณเสมอและบางครั้งจำนวนครูมีน้อยทำให้ต้องทำงานหนัก จำนวนนักเรียนในชั้นต้องเพิ่มขึ้น ปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมชั้นเรียนที่มีนักเรียนจำนวนมาก นั้นจะทำให้ครูเสียเวลาไปมาก เวลาที่จะใช้ในเรื่องเนื้อหาบทเรียนก็น้อยลง ผลที่ตามมาก็คือการเรียนการสอนไม่ได้เต็มเม็ดเต็มหน่วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะลดลงตามไปด้วย และรายได้ของครูในฐานะที่เป็นข้าราชการค่อนข้างน้อย ถ้าเปรียบเทียบกับความเจริญทางด้านเศรษฐกิจทั่วๆ ไปในปัจจุบัน ทำให้ครูมีปัญหาทางด้านเศรษฐกิจส่วนตัวแทนที่ครูจะอุทิศเวลาทั้งหมดเพื่อการเรียนการสอน ครูกลับพยายามหารายได้เพิ่มเติมด้วยการออกไปสอนพิเศษหรือประกอบอาชีพอื่น เสริมสิ่งเหล่านี้จะกระทบต่อผลการเรียนของนักเรียนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นปัญหาด้านเศรษฐกิจจึงเป็นสภาพแวดล้อม อันหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง

4. อิทธิพลทางด้านประชากร (Demographic Influences) การเพิ่มของประชากรอย่างรวดเร็ว มีผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างมากเมื่อประชากรเพิ่มจำนวนมากขึ้น จำนวนเด็กที่อยู่ในวัยเรียนก็เพิ่มตาม ในขณะที่เดียวกันอาคารสถานที่เรียน ห้องเรียน และครูไม่สามารถเพิ่มตามในอัตราที่ได้สัดส่วนกันได้ ดังนั้นครูจึงต้องรับภาระหนัก จำนวนนักเรียนล้นชั้น อุปกรณ์การสอนไม่เพียงพอ ปัญหาทาง ด้านความประพฤติของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันมีปัญหาอันแทรกซ้อนเมื่อมีปัญหาทางการเมือง เศรษฐกิจและสงครามทำให้เกิดการอพยพของประชากร มีการย้ายถิ่นที่อยู่เพื่อการอยู่รอดและเพื่อชีวิตที่ดีกว่า เช่น ประชากรในส่วนภูมิภาคโยกย้ายถิ่นที่อยู่มาทำกินในเมืองหลวง ทำให้เกิดความแออัด นักเรียนในแต่ละโรงเรียนมาจากครอบครัวต่าง ๆ บางคนมาจากครอบครัวที่ถึงแม้จะมีทั้งบิดามารดา แต่บิดามารดาทำงานนอกบ้าน ไม่มีเวลาอบรมดูแลลูก ผู้ที่จะต้องรับภาระก็คือครูผู้สอน และหากครูผู้สอนไม่มีทักษะในการปกครองชั้นเรียน ยังจะทำให้เกิดปัญหาต่อไปไม่สิ้นสุด เด็กบางคนที่มีความประพฤติดี ตั้งใจเรียน อาจต้องพลอยเสียเวลากับการที่ครูต้องใช้เวลาอบรมควบคุมเด็กที่มีปัญหา ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน ที่จำต้องปะทะกับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเช่นนี้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาทางปรับปรุงแก้ไข เช่นครูผู้สอนจะต้อง มีความสามารถและมีความชำนาญเพียงพอที่จะควบคุม ดูแล อบรมสั่งสอนนักเรียนที่มาจากหลากหลายกลุ่มทางโรงเรียนจะต้องมี อุปกรณ์การเรียนการสอนเพียงพอ มีบุคลากรพิเศษที่จะคอยช่วยแก้ปัญหา เช่น มีผู้แนะแนว เป็นต้น

5. อิทธิพลทางด้านนิเวศวิทยา (Ecological Influences) อิทธิพลทางด้านนิเวศวิทยา หรือสิ่งแวดล้อมนั้น ครอบคลุมไปถึงสภาพและสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียน เช่น องค์การต่าง ๆ หน่วยงานที่เกี่ยวกับการบริหาร โรงเรียน หน่วยงานของรัฐบาลและเอกชนที่มีส่วนช่วยเหลือ โรงเรียน รวมทั้งหน่วยงานด้านสังคมสงเคราะห์ องค์การเกี่ยวกับเยาวชน องค์การต่างๆ เหล่านี้ จะเข้ามามีบทบาทในการแก้ปัญหา หรือควบคุมปัญหาความประพฤติของเด็กมาก ซึ่งมีทั้งผลดีและผลเสีย ผลดีก็คือจะช่วยแก้ปัญหาเด็ก ผลเสียก็คือ จะทำให้ครูปล่อยวางในหน้าที่นี้ เพราะเห็นว่าหน่วยงานหรือองค์การอื่นเข้ามาทำหน้าที่แล้ว นอกจากนี้การที่หน่วยงานอื่นเข้ามายุ่งเกี่ยวกับชั้นเรียนมาก ๆ นั้นก็มักจะทำให้ครูต้องให้ความสนใจในหน่วยงานนั้น ๆ เสียเวลาไปกับเรื่องที่ไม่ใช่ทางด้านวิชาการมากไป

6. อิทธิพลด้านวัฒนธรรม (Culture Influences) วัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากในแต่ละห้องเรียน ครูและนักเรียนต่างก็นำเอาคุณลักษณะต่างๆ ติดตัวมา เช่น ปทัสถาน ค่านิยม ความเชื่อทางสังคม และประสบการณ์เก่า ๆ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ถือเป็นวัฒนธรรมของแต่ละคนที่แต่ละคนสังกัดอยู่ในต่างประเทศวัฒนธรรมมีผลกระทบต่อการเรียนการสอนมาก โดยเฉพาะในประเทศที่มีประชากรต่างเชื้อชาติ ต่างเผ่าพันธุ์อาศัยอยู่ เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา ครูชาวผิวขาวอาจตีพฤติกรรมของเด็กผิวดำผิดๆ หรือเด็กผิวดำถูกกีดกันไม่ให้เสมอภาคกับเด็กผิวขาวโดยที่ครูไม่ได้ตั้งใจ นอกจากนี้ก็ยังมีเด็กที่มาจากครอบครัวที่อพยพย้ายถิ่นที่อยู่ อาจได้รับการถูกเหยียดหยาม สิ่งเหล่านี้เป็นปัญหาในเรื่องการจัดการเรียนการสอนมาก อีกสิ่งหนึ่งที่มีอิทธิพลก็คือ ความเชื่อของครู บางคนเชื่อในธรรมชาติของมนุษย์ว่า คนมีความรับผิดชอบทุกคน ครูก็ปฏิบัติต่อนักเรียนโดยให้นักเรียนเป็นอิสระในด้านความคิดและการกระทำ แต่ถ้าครูมีความเชื่อว่า มนุษย์ส่วนใหญ่มีความเกียจคร้านเป็นนิสัย จะทำสิ่งใดจะต้องได้รับคำสั่งจึงจะทำ ดังนั้นครูก็จะปฏิบัติต่อนักเรียนเหมือนเป็นผู้บังคับบัญชา ออกคำสั่งนักเรียน ถ้านักเรียนขัดขืนไม่ปฏิบัติตามก็จะถูกลงโทษ ความเชื่อของครูซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม จึงมีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนดังกล่าว

สรุปได้ว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาผู้เรียน ถ้าสถานศึกษาและบุคลากรที่เกี่ยวข้องตระหนักถึงความสำคัญและจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้เหมาะสม จะสามารถช่วยให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่หลักสูตรกำหนดต่อไป

2.2 เทคโนโลยีเสมือนจริง

2.2.1 ความหมายของเทคโนโลยีเสมือนจริง

เทคโนโลยีโลกเสมือนจริง หรือ AR ย่อมาจาก Augmented Reality (อ่านว่า ออกเมนเต็ดเรียลลิตี้) ถือว่าเป็นสื่อยุคใหม่ที่กำลังได้รับความสนใจจากหลายประเทศ ได้มีผู้ให้คำจำกัดความของเทคโนโลยีเสมือนจริงไว้ในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า [16] ได้ให้ความหมายไว้ว่า Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกันผ่านวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Webcam, Computer, Pattern, Software และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มอนิเตอร์ โปรเจกเตอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผล โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทันที อาจมีลักษณะทั้งที่เป็น ภาพนิ่ง ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว และรวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบ

รักษพล รัตนวงศ์ [8] กล่าวว่า Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกของความจริง (real world) เข้ากับโลกเสมือน (virtual world) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริงๆ ในโลกของความเป็นจริง ผ่านกล้องดิจิทัลของแท็บเล็ตสมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์อื่นๆ และให้ผลการแสดงภาพ ณ เวลาจริง (real time) ซึ่งในอนาคตอันใกล้ AR กำลังจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวันของสังคมที่จะเต็มไปด้วยสมาร์ทโฟนแท็บเล็ตและนวัตกรรมทางเทคโนโลยีสารสนเทศเช่น Google Glass เป็นต้น

วรฤทธิ์ มูลสิน [17] ได้ให้ความหมายว่า Augmented Reality (AR) หรือ แปลเป็นภาษาไทยว่า “โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง” เป็นการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) ผสมเข้ากับเทคโนโลยีภาพที่มีลักษณะคล้ายๆ กับ QR Code หรือ (Quick Response) Code หรือบาร์โค้ด 2 มิติ ในกรอบสี่เหลี่ยมลายเขาวงกตขาวดำ เพื่อทำให้เห็นภาพสามมิติในหน้าจอโดยที่องค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมจริงๆ ปัจจุบันมิติเสมือนจริงเข้ามามีบทบาทในชีวิตของเราหลากหลายรูปแบบ เช่น วงการโฆษณา วงการสิ่งพิมพ์ วงการสื่อสาร

พนิดา ตันศิริ [18] กล่าวว่าเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้และเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ.2004 จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปบนภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคมหรือกล้องในโทรศัพท์มือถือแบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก

ปัญญาพนธ์ พูลสวัสดิ์ [19] ได้ให้ความหมายว่า เทคโนโลยี AR แปลเป็นภาษาไทยว่าการผสมผสานโลกเสมือนกับโลกจริงให้รวมกัน หากให้ยกตัวอย่างให้เห็นภาพก็คงจะเป็นสิ่งที่พบได้บ่อยในโลกภาพยนตร์ เช่น Minority Report ของ Steven Spielberg (Jurassic Park, ET.) ซึ่งถ้าใครได้ชมภาพยนตร์เรื่องนี้จะพบฉากสำคัญในภาพยนตร์ Minority Report จะมีฉากหนึ่งที่เราจะเห็น John Anderton ตัวเอกของเรื่องที่รับบทโดย Tom Cruise สามารถควบคุมหน้าจอเสมือน คำนวณอนาคตของเหตุการณ์ที่จะเกิดผ่านหน้าจอการทำงานที่ลอยออกมากลางอากาศโดยปราศจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเป็นสำหรับควบคุมและบังคับ ซึ่งถือว่าเป็นแนวคิดจากภาพยนตร์ที่สามารถอธิบายถึงเทคโนโลยี AR นี้ได้ หากใครที่เคยชมแล้วก็จะรู้ว่าเทคโนโลยี AR คือการประมวลผลเพื่อแสดงภาพกราฟิกให้ปรากฏขึ้นมาแสดงร่วมกับสภาพแวดล้อมจริง ซึ่งจะสร้างประสบการณ์การใช้งานและการรับรู้ของผู้ใช้ให้รู้สึกเหมือนกับว่ากราฟิกดังกล่าวที่แสดงออกมานั้นมีตัวตนปรากฏอยู่ร่วมกับเรา หรือจะเรียกว่าเป็นการสร้างชั้นข้อมูลขึ้นมาปรากฏทับสภาพแวดล้อมจริงของเราก็เป็นได้

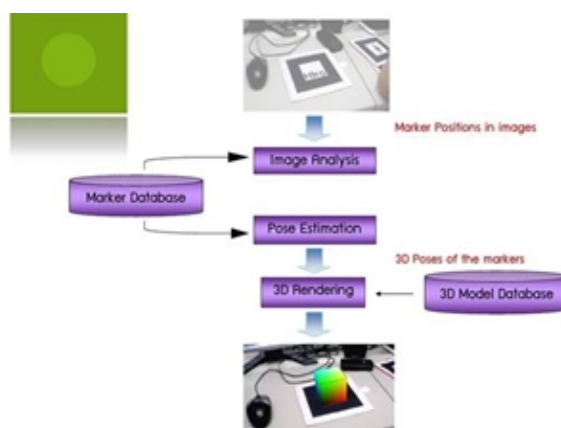
วิวัฒน์ มีสุวรรณ [20] ได้ให้ความหมายว่า ออกเมนเตดเรียลลิตีคือ เทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างโลกการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริง (Real World) เข้ากับการปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง (Virtual World) โดยผ่านการเทคนิคการแสดงผลสามมิติจากกล้องเว็บแคม ทำให้เกิดการซ้อนทับระหว่างภาพในโลกแห่งความเป็นจริงกับภาพที่เกิดขึ้นในโลกเสมือน ซึ่งการผสมผสานของภาพที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องเกิดขึ้นจากการได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเป็นสำคัญ

สรุปได้ว่า เทคโนโลยีเสมือนจริง หรือ AR หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกัน มีการประมวลผลเพื่อแสดงภาพกราฟิกให้ปรากฏขึ้นมาแสดงร่วมกับสภาพแวดล้อมจริงทำให้เห็นภาพสามมิติในหน้าจอผ่านกล้องดิจิทัลของแท็บเล็ต สมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์อื่นๆ

2.2.2 แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง

แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง คือการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือบนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่ [18]

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการ ค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker
2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง
3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่ง เชิง 3 มิติที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริงดังแสดงใน รูปที่ 1

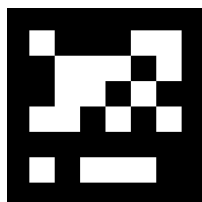


รูปที่ 2.1 หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง

2.2.3 ประเภทของเทคโนโลยีเสมือนจริง

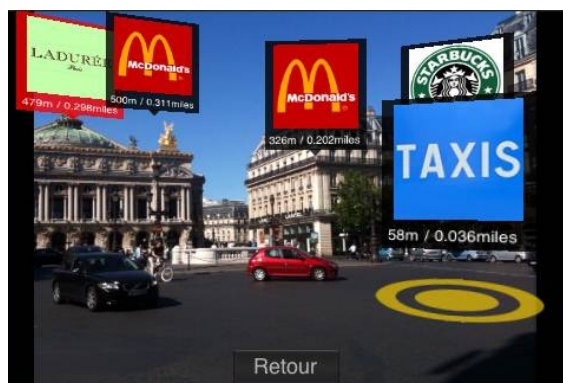
เทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่ [18]

1. การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Marker based AR) ส่วนใหญ่ใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ด้วยการเขียนรหัสการใช้งานเพื่อให้เกิดเป็นภาพ 3 มิติในรูปแบบต่างๆ หรือในบางครั้งก็เป็น QR Code ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบการนำเสนอที่ได้รับความนิยมมากที่สุดรูปแบบหนึ่ง เพราะเป็นหลักการที่ง่ายต่อการปฏิบัติและสะดวกในการผลิตเนื้อหาที่สุด ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker

2. การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ระบบพิกัด (Location-Based) ใช้งานผ่านSmart Phone ที่มีเข็มทิศในตัว AR ประเภทนี้เด่นที่สุด ได้แก่ Laryar ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ระบบพิกัด

2.2.4 ระบบเสมือนจริงเสริมบนโทรศัพท์มือถือ

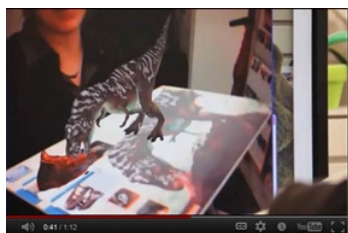
โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือสมาร์ตโฟน (Smart Phone) ถือเป็นจุดเปลี่ยนแนวคิดทางการตลาดของการโฆษณา เพราะด้วยระบบเสมือนจริงบนโทรศัพท์มือถือ (Mobile AR) ทำให้ผู้ใช้สามารถรับข้อมูลหรือข่าวสารได้ทันทีตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมต่างๆ ที่อยู่ในโทรศัพท์มือถือแบบที่ผู้ใช้สามารถพกพาได้อย่างสะดวก ระบบเสมือนจริงบนโทรศัพท์มือถือจัดเป็นเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ ทำให้น้ำจอของโทรศัพท์มือถือแสดงข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั้งนี้ โทรศัพท์มือถือที่สามารถใช้ระบบเสมือนจริงได้ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องดังนี้[18]

- กล้องถ่ายรูป
- GPS ที่สามารถระบุพิกัดตำแหน่งและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้
- เพิ่มทิศติดต่อในเครื่อง สำหรับโทรศัพท์มือถือที่รองรับเทคโนโลยีนี้ได้มีหลายยี่ห้อ อาทิ iPhone 3GS และมือถือที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เช่น HTC G1, HTC HERO, HTC DROID เป็นต้น

2.2.5 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

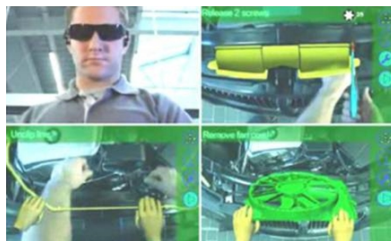
จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ากับชีวิตประจำวันในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่

1. การประยุกต์ใช้ทางด้านการศึกษา เช่น การทำเป็นหนังสือ 3 มิติ เรื่อง Dinosaur มีภาพกราฟฟิกไดโนเสาร์ พุ่งออกมาแบบ 3 มิติ ด้วยความน่าตื่นเต้น พร้อมหมุนดูรอบตัวได้เหมือนจริงของ TK park [21] ดังแสดงในรูปที่ 2.4



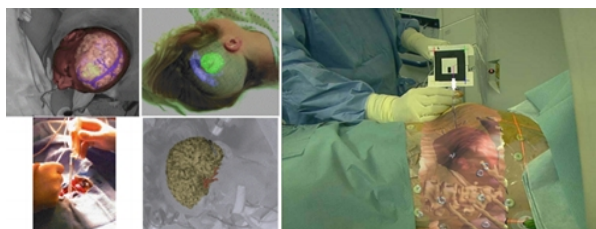
รูปที่ 2.4 ลักษณะหนังสือ 3 มิติของ TK park

2. การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมสร้างเครื่องบิน อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยบริษัท BMW ได้ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงมาช่วยในการผลิต โดยให้ผู้ได้เรียนรู้การทำงานด้วยการใส่แว่นตาที่จะมีคำแนะนำและจำลองการทำงานแสดงให้เห็นแต่ละขั้นตอนก่อนปฏิบัติงานจริงแบบ 3 มิติ [20] ดังแสดงในรูปที่ 2.5



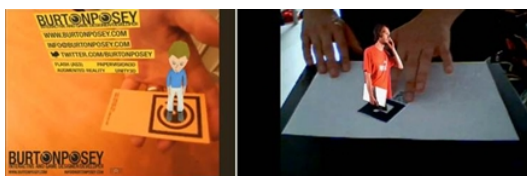
รูปที่ 2.5 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในอุตสาหกรรม

3. การประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ [22] เช่น การผ่าตัดที่ซับซ้อน ทำให้เห็นส่วนที่ต้องการได้ง่ายและมีความชัดเจน เพื่อสะดวกในการปฏิบัติโดยเฉพาะ ได้แก่ภาพเสมือนจาก x-ray หรือ อัลตราซาวด์ให้เห็นในเวลา (real time) ที่กำลังปฏิบัติการตามต้องการการประยุกต์ใช้ภาพเสมือนจริงทางการแพทย์โดยการเพิ่มตัวต่อประสานระบบสัมผัสภาพ 3 มิติ เพื่อเพิ่มความสมจริงในการรักษา และให้นักศึกษาแพทย์ได้ใช้เครื่องมือแพทย์รักษาหรือผ่าตัดผู้ป่วยแบบไม่ต้องสัมผัสกับผู้ป่วยจริง มีการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงจำลองการผ่าตัดผ่านระบบ ARI*SER โดยทางมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์ Gantz ได้แปลงให้เป็นระบบจำลองการผ่าตัดเสมือนจริง ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 โปรแกรมจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการผ่าตัดคนไข้

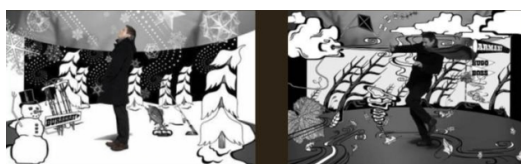
4. การประยุกต์ใช้ทางด้านธุรกิจ เช่น การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงแทรกเข้ากับนามบัตรด้วย เมื่อมีการติดต่อทางธุรกิจ นามบัตรจะไม่ใช่แผ่นกระดาษที่มีชื่อที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์อีกต่อไป เพราะด้วยเทคโนโลยีนี้จะทำให้นามบัตรสามารถแสดงข้อมูล ได้ตอบกับผู้ใช้ได้ รวมไปถึงการนำแผนที่ขึ้นแสดงเส้นทางสู่ออฟฟิศของเจ้าของนามบัตรได้ด้วย [22] ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงแทรกเข้ากับนามบัตร

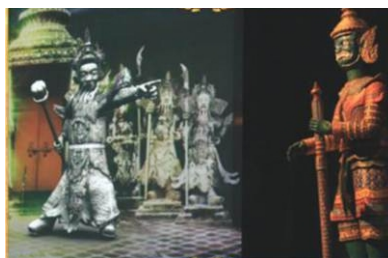
5. การประยุกต์ใช้ทางด้านการโฆษณา เช่น โทรศัพท์มือถือซัมซุงนำเทคโนโลยี Mobile AR มาสร้างการรับรู้เพื่อให้ลูกค้าได้ทราบถึงระบบปฏิบัติการใหม่บนมือถือ Samsung Wave และให้ลูกค้าเป็นผู้นำเสนอวิธีการใช้งานผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงในรูปแบบสามมิติ โดยลูกค้าสามารถใช้เว็บแคมและเครื่องพิมพ์ประกอบกับซอฟต์แวร์ต่างๆ ที่มีภายใต้ระบบปฏิบัติการ BADA ของ Samsung เรียกใช้โปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เพื่อใช้งานตามต้องการ รวมทั้งการโฆษณาเพื่อส่งเสริมการตลาด

อาทิ Nissan: The 2008 LA Auto Show และการใช้ webcam ให้ผู้ใช้เข้าถึงผลิตภัณฑ์ [20] นอกจากนี้ยังมีการใช้ AR ในการโฆษณาเสื้อผ้าในนิตยสาร Esquire เมื่อผู้อ่านนำ AR Marker ไปสแกน ผู้อ่านจะเห็นนายแบบคนนั้นในรูปของ 3 มิติ ที่มีการเปลี่ยนเสื้อผ้าให้เข้ากับฤดูกาลที่ผู้อ่านเป็นคนกำหนด หรือมาใช้ในการโฆษณาผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถรับทราบข้อมูลทางด้านภาพและเสียงได้ในรูปแบบ 360 องศา ผู้บริโภคจะสามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ที่ธุรกิจต้องการนำเสนอให้เกิดความรู้สึกเสมือนจริง [24] ดังแสดงในรูปที่ 2.8



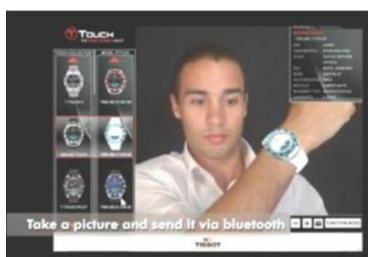
รูปที่ 2.8 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงด้านการโฆษณา

6. การประยุกต์ใช้กับการท่องเที่ยว เช่น การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้เพื่อแนะนำประเทศไทยในงาน “The World Exposition Shanghai China 2010” ภายใต้แนวคิด “Thainess: Sustainable Ways of Life” และได้นำเสนอนิทรรศการภายในอาคารศาลาไทยแยกเป็น 3 ส่วน คือ ห้องจัดแสดงนิทรรศการที่ 1 เรื่อง “จากต้นสายแหล่งกำเนิด: A Journey of Harmony” ห้องจัดแสดงนิทรรศการที่ 2 เรื่อง “เกิดร้อยพันหลายวิถี: A Harmony of Different Tones” และห้องจัดแสดงนิทรรศการที่ 3 เรื่อง “หลอมรวมชีวิวิวิถีความเป็นไทย : A Harmony of Thais” ในแต่ละห้องนิทรรศการจะนำเสนอเอกลักษณ์ของความเป็นไทยที่เกิดจากการพัฒนาด้านต่างๆ ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง เช่น ในห้องนิทรรศการที่ 2 เป็นห้องที่มีการฉายวิดีโอ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพี่น้องของชาวไทยกับจีน โดยมียักษ์วัดโพธิ์ชัยขั้วและพุดคุย กับตัวละครจีน [18] ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงด้านการท่องเที่ยว

7. การประยุกต์กับการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ [18] เช่น บริษัทซีเซได้นำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ผ่านกระจกดิจิตอลเพื่อจำลองการทดสอบในการแต่งหน้าว่าเหมาะกับลูกค้าหรือไม่ โดยระบบจะซ้อนภาพส่วนของการแต่งหน้าขึ้นไปบนใบหน้าจริงที่ปรากฏบนหน้าจอในลักษณะของการเปรียบเทียบให้เห็นทั้งก่อนแต่งหน้าและหลังแต่งหน้า ในการใช้งานจะให้ลูกค้านั่งลงตรงหน้าเครื่องแล้วให้กล้องสแกน จากนั้นระบบจะวิเคราะห์สีผิว องค์ประกอบต่างๆ ตลอดจนรูปใบหน้า เพื่อแนะนำว่าควรเลือกแต่งหน้าและเลือกใช้เครื่องสำอางใด โดยสามารถแสดงผลการแต่งหน้าได้ทันที และสามารถสั่งพิมพ์ภาพใบหน้าก่อนและหลัง แต่ง พร้อมข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ต้องใช้ เพื่อเลือกซื้อตามรายการที่เลือกไว้ นอกจากนี้บริษัท Tissot ได้ให้ลูกค้าสามารถลองสินค้าผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่มีเว็บแคม โดยลูกค้าจะเลือกรหัสสินค้า หรือรุ่นที่ลูกค้าต้องการ ทำให้ลูกค้าได้ลองสินค้าเสมือนจริงผ่านเทคโนโลยี AR จนได้สินค้าที่ถูกใจก่อนสั่งซื้อสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงกับการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์

สำหรับ Mobile AR มีการนำเสนอการแต่งบ้านด้วยมือถือจาก IKEA ทำให้ลูกค้าเป็นสถาปนิกด้วยตัวเองโดยไม่ต้องเสียเงิน เพียงแค่ใช้โทรศัพท์มือถือแล้วเลือกรูปสินค้าในหมวด IKEA PS จากนั้นกดถ่ายรูปและเลื่อนตำแหน่งโทรศัพท์มือถือไปถ่ายในมุมที่ต้องการวางเฟอร์นิเจอร์ จะเห็นมุมห้องที่มีเฟอร์นิเจอร์ตามที่เราเลือกไว้ โดยสามารถบันทึกภาพและส่งต่อให้เพื่อนผ่าน MMS ได้ [25] ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงกับการแต่งบ้าน

8. ใช้เป็นเครื่องช่วยกำหนดทิศทางทำงาน (navigation devices) ในด้านต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งงานอุตสาหกรรม การทหาร การเดินเรือ และการจราจร เป็นต้น AR จะช่วยให้มีปฏิสัมพันธ์และการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ อย่างสมบูรณ์

9. ใช้ในงานบันเทิงและการศึกษา AR สามารถทำให้เห็นวัตถุเสมือนในพิพิธภัณฑ์ งานนิทรรศการ อุทยานเสมือนและเกมส์ (AR Quake) เป็นต้น

2.2.6 เทคโนโลยีเสมือนจริงกับการศึกษา

2.2.6.1 การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการศึกษาของประเทศไทย

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า [26] อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คำนำเทคโนโลยีออร์สมา (Aurasma) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีคุณลักษณะเดียวกันกับ Augmented Reality มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีการศึกษาเบื้องต้น กับนิสิตระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2555 ผลจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออร์สมาเพื่อการผลิตสื่อการเรียนการสอน ปรากฏว่านิสิตมีความสนใจต่อเทคโนโลยีออร์สมาอยู่ในระดับมากที่สุด และนิสิตสามารถประยุกต์สร้างเป็นสื่อการสอนเพื่อเตรียมความพร้อมในการออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพได้เป็นอย่างดี นิสิตสามารถนำความรู้ที่ศึกษาไปสร้างเป็นสื่อแนวใหม่ประกอบการสอนในโรงเรียนที่ออกไปฝึกสอนได้อย่างดี

สำหรับการผลิตสื่อเพื่อการเรียนการสอนนั้น ดร.ไพฑูรย์ ศรีฟ้า ได้ผลิตเอกสารประกอบการสอนหนังสือ ตำรามีชีวิต กล่าวคือ การใช้เทคโนโลยีออร์สมาผสมผสานเข้ากับเอกสารที่พิมพ์ในรูปแบบกระดาษ แต่สามารถชมผ่านโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตปรากฏเห็นเป็นสื่อมัลติมีเดีย ประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหว คำบรรยาย มเดล 3 มิติ รวมถึงการทำ Touch Screen เพื่อขยายภาพแบบเต็มจอ และเชื่อมโยงกับเว็บไซต์ตามที่กำหนดได้

นอกจากนั้นยังได้จัดหลักสูตรอบรมการผลิตสื่อด้วยเทคโนโลยีออร์สมา เพื่อเผยแพร่ความรู้ให้กับครูอาจารย์และผู้สนใจทั่วไปจำนวนหลายหลักสูตร รวมถึงเขียนบทความเผยแพร่ลงในวารสาร CAT Magazine และสร้างสื่อแบบออนไลน์ในรูปแบบ Social Media บน Facebook ตัวอย่างเช่น www.facebook.com/ipad2thai, www.facebook.com/itrainnerthai, www.facebook.com/paitoonsrifa ในด้านการศึกษา มีตัวอย่างที่เห็นเด่นชัดและเป็นที่รู้จักของคนส่วนใหญ่คือแอปพลิเคชัน Star Walk ที่ใช้ใน iPhone หรือ iPad ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ได้ผนวก AR เข้ากับเทคโนโลยี Global Positioning System หรือ GPS ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้กล้องของสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตส่องขึ้นไปบนท้องฟ้า

คำค้น แล้วสามารถเห็นกลุ่มดาวและชื่อของกลุ่มดาวต่างๆ ซ้อนกับภาพจริง ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้ชื่อและตำแหน่งของกลุ่มดาวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ [8] ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 หน้าจอของแอป Star Walk บน iPad

นอกจากนี้ ในด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ยังมีการนำ AR ไปใช้ในรูปแบบอื่นๆ อีก เช่น ใช้แสดงภาพเสมือนของอวัยวะภายในของสิ่งมีชีวิตเทียบกับร่างกายในโลกจริง ใช้สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนในโลกจริงกับโครงสร้างของโมเลกุลในโลกเสมือน เป็นต้น [8]

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) [8] ได้นำเทคโนโลยี AR มาส่งเสริมการเรียนรู้ ทางสาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น โดยได้พัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ AR ขึ้นมา 5 ชุด ได้แก่ (1) ชุดบันทึกโลก (2) ชุดระบบสุริยะ (3) ชุดการจมและการลอย (4) ชุดโครงสร้างอะตอม และ (5) ชุดแผ่นดินไหว สำหรับนำมาประกอบการเรียนรู้ในห้องเรียนศตวรรษที่ 21 ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ชุดสื่อเสริมการเรียนรู้ AR ที่สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท. พัฒนาขึ้น

โรงเรียนราชวินิต [27] สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ได้จัดทำห้องเรียนอนาคต เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ประสบการณ์ใหม่ ผ่านสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัยจากเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งใช้สื่อการเรียนการสอนแท็บเล็ตมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน โดยจะเปิดให้นักเรียนเข้าศึกษาหาความรู้ในชั่วโมงคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ห้องเรียนอนาคตจากเทคโนโลยีเสมือนจริงของโรงเรียนราชวินิต

นอกจากจะสามารถสร้างความน่าสนใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนแล้ว สื่อเสริมการเรียนรู้ AR ยังจะสามารถสร้างแรงบันดาลใจและจุดประกายให้กับผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่สนใจด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เมื่อได้สัมผัสกับเทคโนโลยี AR พวกเขาอาจเกิดจินตนาการ นำไปคิดต่อยอดพัฒนาและสร้างสรรค์เทคโนโลยี AR สำหรับการใช้งานในด้านอื่นๆ ต่อไปได้เนื่องจากในปัจจุบันในสาขาอาชีพต่างๆ ได้มีการนำเทคโนโลยี AR มาช่วยในการทำงานมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมรถยนต์ มีการใช้เทคโนโลยี AR มาสร้างภาพเครื่องยนต์แบบสามมิติสำหรับผู้ให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้การปฏิบัติงานประกอบรถยนต์ ในด้านการแพทย์ มีการใช้เทคโนโลยี AR ในการสร้างภาพเสมือนสามมิติให้นักศึกษาแพทย์ได้ฝึกใช้เครื่องมือแพทย์รักษาหรือผ่าตัดผู้ป่วยแบบไม่ต้องสัมผัสกับผู้ป่วยจริง หรือในทางธุรกิจ มีการใช้เทคโนโลยี AR ในการแสดงภาพสินค้าแบบสามมิติที่อยู่ภายในกล่องโดยไม่ต้องแกะกล่อง ดังนั้น การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ สัมผัส และทดลองใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ AR ในชั้นเรียน จะทำให้พวกเขาค้นพบกับเทคโนโลยี และมีความพร้อมที่เพิ่มพูนทักษะเกี่ยวกับเทคโนโลยีประเภทนี้ เมื่อต้องเรียนในระดับสูงหรือทำงานต่อไปในอนาคต [8]

2.2.6.2 แนวทางพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง

วิวัฒน์ มีสุวรรณ [20] ได้เสนอแนวทางการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงไว้ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอในรูปแบบความเป็นจริงเสมือนให้สอดคล้องกับบริบทของโลกจริง ทำการวิเคราะห์เนื้อหา โดยเฉพาะการสร้างภาพดิจิทัลที่เป็นลักษณะสามมิติให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาที่นำเสนอ

2. ต้องเป็นในลักษณะที่สนับสนุนให้ผู้ใช้ได้มีส่วนร่วมได้ปฏิสัมพันธ์กับความจริงเสมือน และโลกจริงได้ตลอดเวลา จึงเป็นการเปิดโอกาสสำหรับประสบการณ์ใหม่ได้มากขึ้น

3. การออกแบบต้องให้ผู้ใช้มีความสะดวก ง่ายและไม่ยุ่งยากต่อการใช้งาน จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษเพื่อช่วยสนับสนุนการใช้งาน

4. ต้องมีลักษณะเป็นภาพสามมิติที่มีการแสดงผลที่เหมือนจริง ถึงแม้ว่าการพัฒนาสื่อออกเมนเตดเรียลลิตีจะสามารถนำสื่อที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นเสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรืออื่นๆ แบบมัลติมีเดียได้ แต่ในการพัฒนาที่มีการผลิตกันทั่วไปนั้น จะมีการนำเสนอในสื่อที่เป็นภาพสามมิติสามารถมองเห็นในทุกมุมมองแบบ 360 องศา

2.2.6.3 การเตรียมความพร้อมสำหรับการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง

วิวัฒน์ มีสุวรรณ [20] ได้ระบุว่าในการเตรียมความพร้อมสำหรับการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงนั้น ควรประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. กล้องเว็บแคม (Web Camera) การพัฒนาสื่อด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี จำเป็นต้องมีกล้องเพื่อรับภาพมาแสดงผล ซึ่งหากต้องใช้อุปกรณ์ประเภทจอภาพสวมศีรษะ(HMD) ราคาค่อนข้างสูง แต่ผู้พัฒนาสามารถใช้กล้องเว็บแคมที่ใช้กันทั่วได้ ซึ่งเป็นกล้องที่ส่งสัญญาณภาพผ่านทางคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานผ่านทางเว็บไซต์หรือเว็บทางซอฟต์แวร์อื่น

2. ซอฟต์แวร์สร้าง AR สำหรับเครื่องมือในการพัฒนาในส่วนของโปรแกรม มีให้เลือกตั้งแต่แบบง่ายๆ ไปจนถึงแบบยาก ต้องเขียนโปรแกรมเป็นหลายๆ บรรทัด ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์มาใช้ในการสร้างชิ้นงานที่สามารถทำได้ง่าย เรียนรู้ได้เร็ว เช่น AMIRE Build AR และ Aurasma

3. โปรแกรม 3D เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างงาน 3 มิติ ซึ่งก็มีให้นำมาใช้ได้มากมายขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้เองว่าเคยใช้โปรแกรมใดบ้าง ซึ่งขอแนะนำให้ใช้โปรแกรม Google SketchUp เนื่องจากเป็นโปรแกรมฟรี สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้หรือผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดงาน 3 มิติมาใช้ได้จาก 3D Warehouse ที่เว็บ <http://sketchup.google.com/3dWarehouse/> ซึ่งมีโมเดล 3 มิติให้ดาวน์โหลดมาใช้งานจำนวนมาก แล้วนำมาเปิดด้วยโปรแกรม Google SketchUp หลังจากนั้นทำการ Export ให้เป็นไฟล์ 3 มิติที่ใช้งานในแต่ละโปรแกรมได้

4. เครื่องพิมพ์ กระดาษ กรรไกร เป็นส่วนสำคัญอีกส่วน สำหรับพิมพ์ Marker หรือรูปภาพอื่นมาใช้งาน

5. พื้นที่ทำงาน เนื่องจากการสร้างงาน AR จำเป็นต้องใช้พื้นที่การทำงาน จึงขอแนะนำว่าควรมีพื้นที่ทำงานที่มากพอ ประมาณอีก 1 โตะ เพื่อวางอุปกรณ์ต่างๆ ที่นอกเหนือจากคอมพิวเตอร์

2.2.6.4 บทบาทของครูผู้สอนและกระบวนการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
 วิวัฒน์ มีสุวรรณ [28] ได้เสนอแนวทางในการกำหนดบทบาทของครูผู้สอนและกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1. บทบาทครู ครูทำหน้าที่ออกแบบ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดและอธิบายขั้นตอนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียน ครูดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน หากเป็นไปได้ควรดำเนินการออกแบบ พัฒนากิจกรรมก่อนที่จะจัดการรู้จริงของผู้เรียน และสลับกลับไปมาระหว่างการเรียนรู้ โดยต้องสะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายในการสร้างองค์ความรู้ ครูจะสอนหนึ่งคนหรือหลายๆ คนก็ได้
2. การสอนแบบปกติ ควรการจัดการเรียนรู้โดยออกแบบและพัฒนาที่เรียกว่า “played” เป็นพื้นที่ในการทำกิจกรรม มีบริเวณให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าทั้งแบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม ร่วมกับการให้คำอธิบายของครูผู้สอน และเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามกระบวนการหรือเนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้า ตลอดจนให้ผู้เรียนได้ทำซ้ำๆ โดยได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอน
3. การสอนแบบอัตโนมัติ ในส่วนนี้เป็นการให้ผู้เรียนได้ดำเนินการหรือจัดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ศึกษา โดยได้รับฟังคำอธิบายที่บันทึกไว้ล่วงหน้าของตามขั้นตอน สร้างกระบวนการแสวงหาคำตอบ ให้คำแนะนำกันเองของผู้เรียน มีการบันทึกการสนทนา การพูดคุย หรือการใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในโครงสร้างความรู้ของตนเอง และควรส่งเสริมหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการทำซ้ำๆ อีกครั้งได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง
4. การทดสอบและประเมิน เมื่อผู้เรียนดำเนินการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ในขั้นสุดท้ายควรมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้ และทำการบันทึกผลการทดสอบต่างๆ ที่ได้ หรือการเก็บข้อมูลจากการสังเกตของผู้สอนและการประเมินตนเองของผู้เรียน

2.2.6.5 การวางแผนพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง

วิวัฒน์ มีสุวรรณ [20] ได้กล่าวถึง การวางแผนพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงไว้ว่าการใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงนั้น ผู้เรียนจะเกิดความรู้สึกรับรู้แปลกใหม่และเกิดความน่าสนใจในการเรียน ผู้เรียนเรียนด้วยความสนุกสนานเพลิดเพลิน และได้รับความรู้ ซึ่งเนื้อหาที่น่าสนใจนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะต้องวิเคราะห์เนื้อหาให้เหมาะสม มีความน่าสนใจ มีประโยชน์ และไม่ยากเกินไป ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองที่จะให้ผู้เรียนมีความเป็นอิสระในการเลือกเนื้อหาในการเรียนรู้ มีรูปภาพที่น่าสนใจมีลักษณะคล้ายกับของจริง ขนาดของรูปภาพมองเห็นได้ง่าย เหมาะสมกับจอภาพคอมพิวเตอร์ จากเหตุผลทั้งหมด จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องเป็นทั้งผู้วางแผน ออกแบบ พัฒนา และนำไปใช้อย่างเป็นระบบ

ครูผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ออกแบบ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้และอธิบายขั้นตอนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนอย่างเป็นขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ควรมีพื้นที่ในการทำกิจกรรม มีบริเวณให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ค้นคว้าทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ร่วมกับการให้คำอธิบายจากครูผู้สอนและเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามกระบวนการหรือเนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ ตลอดจนทำให้ผู้เรียนได้ทำซ้ำๆ โดยได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอน สร้างกระบวนการแสวงหาคำตอบ ให้คำแนะนำกันเองของผู้เรียน มีการบันทึกการสนทนา การพูดคุย มีส่วนสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม ได้ปฏิสัมพันธ์กับภาพสามมิติที่คล้ายของจริงในชีวิตประจำวัน เปิดโอกาสสำหรับประสบการณ์ใหม่ได้มากขึ้น ดังนั้น เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการมีปฏิสัมพันธ์ต่อสื่อออกเมนต์ดีเรียลลิตี้ จึงทำให้เกิดความหลากหลายในการสร้างแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องในกิจกรรมการเรียนรู้

การดำเนินการจัดการเรียนการสอน

1. ขั้นเตรียม จัดแบ่งกลุ่มผู้เรียน โดยจัดแบ่งตามความสมัครใจของผู้เรียน กลุ่มละ 2 คนและแนะนำระเบียบของกลุ่ม บทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม แจกจุดประสงค์และการทำกิจกรรม
2. ขั้นสอน นำเข้าสู่บทเรียน ทำแบบทดสอบก่อนเรียน แนะนำเนื้อหาแนะนำชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้ และมอบหมายงานให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม
3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่ม โดยที่แต่ละกลุ่มมีบทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากการเรียนรู้ในสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้ ครูผู้สอนควรทำการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอน
4. ขั้นการตรวจสอบผลงานและทดสอบ ตรวจสอบผลงานผู้เรียน ทดสอบการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล
5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

องค์ประกอบของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง

การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้ [20] ควรประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือนักเรียน เนื้อหาบทเรียน การทดสอบ สื่อเทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้ การนำเสนอภาพ 3 มิติ รูปแบบของ Marker

1. คู่มือครู ควรมีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน บอกบทบาทครูที่ชัดเจนในการสื่อการเรียนการสอน บอกวิธีการจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผังการจัดชั้นเรียน แสดงรายละเอียดแผนการเรียนการสอน มีคำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนการสอน มีการอธิบายการใช้สื่อการเรียนการสอน อธิบายการจัดเตรียมเครื่องมือหรือวัสดุ อธิบายการประเมินผลการเรียนการสอน การกำหนดเวลาเรียน

คำแนะนำเกี่ยวกับปัญหา และการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องมือต่างๆ และในคู่มือ ควรมีการนำเสนอทั้งตัวอักษร ภาพ ที่สื่อความหมายชัดเจน

2. คู่มือนักเรียน ควรมีการชี้แจงเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนการสอน มีการนำเสนอหัวข้อ เนื้อหาบทเรียน แสดงให้เห็นรายละเอียดของจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ การ กำหนดกิจกรรมเวลาเรียน มีการอธิบายการใช้สื่อการสอน และควรมีการนำเสนอทั้งตัวอักษร ภาพที่ สื่อความหมายชัดเจน

3. เนื้อหาบทเรียน ควรเป็นในรูปแบบของแผนการเรียนการสอนที่มีจุดมุ่งหมายเป็นเชิง พฤติกรรมของแต่ละหัวข้อ มีรายละเอียดการประเมินตนเองก่อนเรียนด้วย แบบทดสอบ มีการจัดทำ แผนการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยรายละเอียดของแผน สารสำคัญ จุดประสงค์ การประเมินผล ใบงาน ใบความรู้และแบบทดสอบ ที่มีการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาบทเรียน แบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อใหญ่ และหัวข้อย่อยตามลำดับและจัดลำดับจากง่ายไปยาก

4. การทดสอบ ควรมีแบบทดสอบก่อนเรียน การทดสอบย่อยเมื่อเรียนจบเนื้อหาแต่ละหัวข้อ และการทดสอบขั้นสุดท้ายหลังเสร็จสิ้นเนื้อหาทั้งหมด

5. สื่อ การผลิตสื่อออกมามีประสิทธิภาพดี สามารถนำไปประยุกต์กับสื่ออื่นๆ ได้ เช่น หนังสือ แผ่นพับ บัตรคำ บัตรความรู้ เกมตัวต่อ เป็นต้น ในที่นี้ขอยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในบัตรความรู้ เมื่อ นำมาประยุกต์เข้าด้วยกัน คุณลักษณะบัตรความรู้ที่มีเนื้อหา มีตัวอักษร ข้อความ ภาพ และ Marker ใน หน้าเดียวกัน หรืออยู่ด้านหลังของบัตร บัตรความรู้ที่ออกแบบควรมีขนาดเท่ากันทุกใบ ควรออกแบบ ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและดึงดูดความสนใจด้วยภาพ สี และข้อความ

6. วัสดุ / อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน ควรเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มี CPU 1G ขึ้นไป และ RAM อย่างน้อย 512MB พร้อมการ์ดแสดงผลที่แสดงผลภาพ 3D ได้ ซึ่งคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน ก็มี คุณสมบัติเกินกว่านี้แล้ว ควรมีกล้องเว็บแคม (Web camera) เป็นกล้องที่มีความละเอียดอย่างน้อย 5 ล้านพิกเซลและควรเป็นกล้องที่ติดตั้งภายนอก ไม่แนะนำให้ใช้กล้องที่ติดอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพราะไม่สะดวกในการแสดงผล และการทำกิจกรรมของผู้เรียน ระบบปฏิบัติการบนคอมพิวเตอร์ ควร เป็นระบบปฏิบัติการ windows XP หรือ windows 7 หรือสูงกว่า สามารถเข้าติดตั้งโปรแกรมที่ พัฒนาขึ้นในเครื่องได้ ซึ่งการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีออกมามีประสิทธิภาพดีขึ้นมานั้น ควรมีโปรแกรมที่ สามารถนำไปติดตั้งลงเครื่องคอมพิวเตอร์

7. การนำเสนอภาพ 3 มิติ ควรเป็นภาพที่มีลักษณะคล้ายกับของจริง ควรเป็นภาพที่มีขนาด เหมาะสมกับการมองเห็นในจอคอมพิวเตอร์ ภาพสามมิติที่ปรากฏควรจัดวางอยู่บน Marker อย่าง เหมาะสม ไม่ลอยสูงหรือต่ำ หรือไปทางซ้ายหรือขวามากเกินไป

8. Marker สัญลักษณ์ที่นำมาใช้ในการทำ Marker ควรสอดคล้องและสื่อความหมายตรงกับ เนื้อหา สัญลักษณ์ที่นำมาใช้ในการทำ Marker ควรออกแบบให้เห็นชัดเจน มีขนาดเหมาะสมกับหน้า เอกสารหรือบัตรความรู้

ข้อควรปฏิบัติสำหรับการวางแผนการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง

1. ควรมีลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ควรมีลักษณะที่ทำให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และถ่ายทอดความรู้ใหม่ได้
3. ควรมีคุณลักษณะที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนจากง่ายไปยากและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน
4. ควรมีคุณลักษณะที่ผู้เรียนมีความเป็นอิสระในการเลือกบทเรียนในการเรียนรู้

2.2.7 ข้อดีจากการนำระบบเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้

ปาติดา แซ่ลิ้ม และชนม์ชนก วงศ์พัฒนกุล [29] ได้กล่าวว่า ข้อดีจากการนำระบบเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการสร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่เป็นคนรุ่นใหม่ที่ชอบและสนใจเทคโนโลยี ผู้ใช้บริการสามารถค้นหาตำแหน่งและรายละเอียดของสินค้าที่ตนต้องการได้อย่างถูกต้องชัดเจนรวดเร็ว บริษัทสามารถสร้าง Campaign ต่างๆ เพื่อสร้างความสนใจในตัวสินค้า จึงสามารถดึงดูดลูกค้าและเพิ่มยอดขาย เพิ่มโอกาสของการค้าทางอินเทอร์เน็ต (E-commerce) เนื่องจากการที่ผู้ซื้อสามารถเห็นภาพจำลองของตนและสินค้าก่อนทำการสั่งซื้อสินค้า จึงเป็นการเปิดตลาดฯ ให้มีผู้ใช้บริการช่องทางนี้เพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งนี้ยังส่งผลต่อไปยังผู้ที่ต้องการลงทุนทำธุรกิจ โดยช่วยลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีหน้าร้านเพื่อให้บริการ จึงไม่ต้องเสียค่าเช่าสถานที่ ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ฯลฯ

2.2.8 ข้อเสียจากการนำระบบเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้

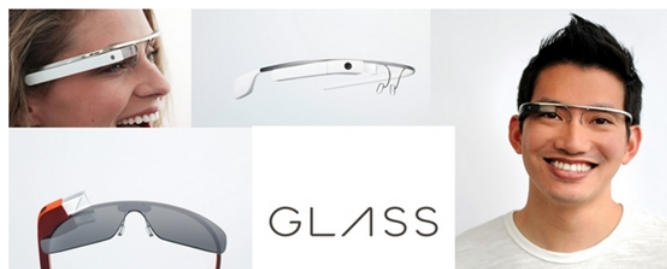
ปาติดา แซ่ลิ้ม และชนม์ชนก วงศ์พัฒนกุล [29] ได้กล่าวถึงข้อเสียจากการนำระบบเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ว่าไม่เหมาะกับกลุ่มคนที่ไม่ได้มีความรู้ด้านเทคโนโลยีมากนัก เนื่องจากการนำเสนอด้วยรูปแบบนี้ ผู้ใช้จำเป็นต้องมีกล้อง Web Cam และเรื่องพิมพ์ ในกรณีที่เป็น print ตัว Marker ผ่านหน้าเว็บไซต์เข้าถึงผู้บริโภคในกลุ่มที่จำกัด โดยผู้ใช้บริการต้องมีฐานะทางเศรษฐกิจค่อนข้างดี เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง (AR) ต้องอาศัยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายอย่างการที่มีกลุ่มผู้บริโภคจำกัด ทำให้อาจไม่คุ้มกับการลงทุนของบริษัทในการวางระบบเครือข่ายต่างๆ รวมทั้งการทำฐานข้อมูลต่างๆ

นอกจากนี้ยังมีความยากลำบากในการใช้ AR เพื่อการศึกษา ได้แก่ การสร้างเนื้อหาสำหรับ AR ผู้สร้างต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการออกแบบนำเสนอและมักจะสร้างโดยผู้ที่มีประสบการณ์ทางด้านงานคอมพิวเตอร์กราฟิกที่ผ่านการอบรมและมีประสบการณ์ และยังมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อคอมพิวเตอร์ เครื่องมืออุปกรณ์ทางเทคโนโลยีต่างๆ ทั้งยังมีค่ารักษาบำรุง ซ่อมแซม นอกจากนี้ยังต้องฝึกอบรมครูผู้สอนให้มีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะในการนำเทคโนโลยี AR เข้ามาใช้งานด้วย [30]

2.2.9 อนาคตของเทคโนโลยีเสมือนจริง

ประหยัด จิระวรพงศ์ [22] ได้กล่าวถึงอนาคตของเทคโนโลยีเสมือนจริงไว้ดังนี้

1. AR จะมีบทบาทและมีความสำคัญในสังคมยุคใหม่มากขึ้นในการเสนอข้อมูล ข่าวสาร ระบบ แผนที่นำทาง การสื่อสาร งานธุรกิจการศึกษาและการบันเทิงในลักษณะที่หลากหลายผ่านจอคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์สมัยใหม่
2. อุปกรณ์เสมือนทุกชนิดและวัตถุ 3D จะปรับการปฏิสัมพันธ์ทั้งรูปร่างและการนำเสนอตามสภาพที่ต้องการ
3. การใช้จอรอบทิศทางเสมือนโฮโลกราฟิกส์เทียมจะมีมากขึ้น
4. ด้วยศักยภาพของ AR ทำให้การตลาดมวลชนเกิดขึ้นอย่างกว้างขวาง การประชาสัมพันธ์หรืองานจรรยา และอื่นๆ ทั้งที่อยู่ห่างไกลก็สามารถสัมผัสได้ด้วยตา
5. การออกแบบและสร้างภาพเสมือนสามมิติแบบ AR จะไม่ได้ถูกจำกัดเพียงแต่ผู้ที่มีความรู้ความชำนาญด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่ทุกคนจะสามารถออกแบบและสร้าง AR ขึ้นมาเองได้อย่างง่ายๆ ในเวลาไม่นาน และไม่เสียค่าใช้จ่าย (แต่ภาพเสมือนสามมิติที่ได้อาจจะไม่สวยงามเท่ากับภาพที่ผู้เชี่ยวชาญสร้างขึ้น)
6. จากงานวิจัยด้าน AR อย่างต่อเนื่อง ทำให้มีผู้ได้เริ่มนำ AR มาสร้างสรรค์นวัตกรรม ตัวอย่างเช่น Google Glass ซึ่งแว่นตาที่ผนวกเทคโนโลยี AR เข้ากับการมองเห็นผ่านเลนส์ ทำให้ผู้สวมแว่นมองเห็นโลกจริงที่ซ้อนทับกับโลกเสมือน ช่วยให้ผู้ใช้แว่นสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างสะดวกสบายยิ่งขึ้น ดังนั้น ในอนาคตที่ไม่ไกล



รูปที่ 2.15 นวัตกรรม Google Glass ที่ผสมเทคโนโลยี AR กับการมองผ่านแว่นตา

เทคโนโลยีเสมือนจริงหรือ AR เป็นปรากฏการณ์สำคัญของการสื่อสารสมัยใหม่รูปแบบหนึ่ง ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกิจการต่างๆ ของสังคมรวมทั้งด้านการศึกษา เพราะระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์กับซอฟต์แวร์ที่สามารถทำให้การผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือนให้เห็นอย่างกลมกลืนบนจอที่หลากหลายอย่างน่าอัศจรรย์ ทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจมากขึ้น ทั้งนี้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงจากการใช้แอปพลิเคชันออร์สมาในการดำเนินการวิจัย

2.3 ออร์สมา (Aurasma)

2.3.1 ความหมายของออร์สมา

ได้มีผู้ให้ความหมายของออร์สมาไว้ ดังนี้

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า [26] ได้กล่าวว่าออร์สมา เป็น Application สำหรับสร้างสื่อในโลกแห่งความจริงเสมือน (Augmented Reality: AR) เหมาะสมสำหรับการพัฒนาสื่อที่ใช้กับอุปกรณ์ประเภท iPhone iPad รวมถึงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาต่างๆ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS และ Android คุณสมบัติพิเศษของออร์สมาจะเป็นตัวกลางสำหรับการเชื่อมโยงโลกของจริง และโลกของความจริงเสมือนเข้าด้วยกัน โดยแสดงผลออกมาในรูปแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ที่มองเห็น ควบคุมและสัมผัสได้ทางหน้าจอ ทั้งที่เป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง การเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ตามที่กำหนด

วิวัฒน์ มีสุวรรณ [20] กล่าวถึงออร์สมา ไว้ว่า เป็นแพลตฟอร์มหรือโปรแกรมออนไลน์ที่ช่วยให้ภาคธุรกิจ องค์กรและบุคคลที่สนใจจะสร้างงานในลักษณะของเทคโนโลยี AR (Augmented Reality) ด้วยตนเองได้ ซึ่งเรียกว่า Auras การทำงานมีลักษณะการจัดการเนื้อหาที่เป็นระบบ

2.3.2 ความเป็นมาของออร์สมา

ออร์สมา ก่อกำเนิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 2011 และพัฒนาเติบโตอย่างรวดเร็ว จนกลายเป็นเทคโนโลยีต้นแบบและผู้นำด้าน Augmented Reality เผยแพร่ออกสู่สาธารณชนภายใต้เว็บไซต์ชื่อ www.aurasma.com [31] สำหรับความเป็นมาของออร์สมาในประเทศไทยนั้น ดร.ไพฑูรย์ ศรีฟ้า [16] อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้นำเทคโนโลยีออร์สมา มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีการศึกษาเบื้องต้น กับนิสิตระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2555 ผลจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออร์สมาเพื่อการผลิตสื่อการเรียนการสอน ปรากฏว่า นิสิตมีความสนใจต่อเทคโนโลยีออร์สมาอยู่ในระดับมากที่สุด และสามารถประยุกต์สร้างเป็นสื่อการสอนเพื่อเตรียมความพร้อมในการออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพได้เป็นอย่างดี

สำหรับการผลิตสื่อเพื่อการเรียนการสอนนั้น ดร.ไพฑูรย์ ศรีฟ้า ได้ผลิตเอกสารประกอบการสอนหนังสือ ตำรามีชีวิต กล่าวคือ การใช้เทคโนโลยีออร์สมาผสมผสานเข้ากับเอกสารที่พิมพ์ในรูปแบบกระดาษ แต่สามารถชมผ่านโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตปรากฏเห็นเป็นสื่อมัลติมีเดีย ประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหว คำบรรยาย โมเดล 3 มิติ รวมถึงการทำ Touch Screen เพื่อขยายภาพแบบเต็มจอ และเชื่อมโยงกับเว็บไซต์ตามที่กำหนดได้

2.3.3 คุณสมบัติของออร์สมา

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า [26] ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของออร์สมา ไว้ว่า ออร์สมา เป็นเทคโนโลยีประเภทเดียวกับ Augmented Reality ที่ผสมผสานโลกแห่งความจริงกับโลกของความจริงเสมือนที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้มนุษย์โลกสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสด้วยออร์สมา (มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น) ให้ปรากฏเห็นภาพผ่านหน้าจออุปกรณ์ประเภท Smart Devices เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต (ที่มีกล้องหลัง) ได้โดยไม่ต้องใช้มาร์คเกอร์ (Marker) ไม่ต้องเขียนโปรแกรมควบคุมใดๆ ทั้งสิ้น ใช้งานง่าย สามารถประยุกต์ใช้ออร์สมาสร้างเป็นสื่อได้หลากหลายเช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร ตำรา กลองบรรจุภัณฑ์ สินค้า เสื้อผ้า ป้ายโฆษณา และอื่นๆ เป็นต้น ออร์สมาเป็นแอปพลิเคชันที่ประยุกต์สร้างสื่อได้ทั้งระบบออนไลน์และออฟไลน์ ผลผลิตที่ สร้างด้วยออร์สมาจะมีได้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพ 3 มิติ เสียง แล้วแต่ผู้สร้างสรรค์งานจะ เลือกใช้ หากสร้างเป็นสื่อแบบออนไลน์ยังสามารถกำหนดจุดเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ได้อีกด้วย

วิธีการอ่านภาพของออรัสมา

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า [26] ได้กล่าวถึงวิธีการอ่านภาพของออรัสมา ไว้ดังนี้

1. Scan QR Code ตามที่กำหนดไว้หลังจากนั้นเครื่องจะไปบังคับ App Aurasma และเปิดกล้องอัตโนมัติ
2. Scan ภาพที่กำหนดไว้ด้วย App Aurasma จากนั้นระบบอ่านภาพจะเชื่อมโยงข้อมูลโดยการ Download แบบออนไลน์จาก Server จะปรากฏให้เห็นเป็นวงคลื่นขึ้นมา
3. ใช้โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต Scan จนกระทั่งเห็นเป็นภาพเคลื่อนไหวทั้งหมด
4. หากไม่ต้องการถือเครื่อง Scan ตลอด ให้ใช้นิ้วแตะ 2 ครั้ง (เหมือนกับการดับเบิลคลิก) ภาพจะขยายขึ้นมาเต็มจอ อีกทั้งสามารถนำเครื่องไปชมภาพเคลื่อนไหวที่ไหนก็ได้

การใช้ Aurasma เพื่อความสะดวกต่อการใช้ Aurasma ให้ปฏิบัติ ดังนี้

1. Download แอปพลิเคชันลงมาติดตั้งในโทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ต จำนวน 2 ตัวคือ
 - 1.1 แอปพลิเคชัน i-nigma หรือแอปพลิเคชันใกล้เคียงสำหรับอ่าน QR Code
 - 1.2 แอปพลิเคชัน Aurasma สำหรับอ่านภาพ Trigger images เพื่อแสดงภาพเคลื่อนไหวหรือภาพ 3 มิติ
2. ให้ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS ให้ไป Download ได้ที่ App Store และหากใช้ระบบปฏิบัติการ Android ให้ไป Download ที่ Play Store

2.3.4 ขั้นตอนการสร้างสื่อออรัสมา

วิวัฒน์ มีสุวรรณ [20] ได้กล่าวว่าในการใช้งานแอปพลิเคชัน Aurasma เพื่อสร้างสื่อเทคโนโลยี เทคโนโลยีเสมือนจริงนั้น มีกระบวนการและขั้นตอนตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. เริ่มต้นใช้งานด้วยการสมัครเข้าใช้งาน

ในการเริ่มต้นใช้งานจะต้องทำการสมัครสมาชิกก่อน โดยเข้าไปที่ <https://studio.aurasma.com/register> เพื่อกรอกข้อมูลสมัคร เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จสมบูรณ์และยืนยันการสมัคร ภายใน 24 ชั่วโมง ทางออรัสมาจะตรวจสอบตัวตนและประมวลผลบัญชีรายชื่อที่สมัคร จากนั้นจะส่งอีเมลล์ตอบกลับไปที่มีรายละเอียดการเข้าสู่ระบบ

2. เข้าสู่ระบบ

ในการเข้าสู่ระบบให้ไปที่ <http://www.studio.aurasma.com> เพื่อเข้าสู่บัญชีที่ได้สมัคร เมื่อเข้าสู่ระบบครั้งแรกจะทำการยอมรับข้อตกลงและเงื่อนไขต่างๆ สำหรับการใช้งาน เมื่อได้เข้าสู่ระบบจะปรากฏหน้าจอเป็นเหมือนแผงควบคุม จัดการสร้างชิ้นงานออรัสมา สังเกตเห็นไอคอนด้านขวามือซึ่งเป็นเครื่องมือ สำหรับสร้างชิ้นงาน ได้แก่ Trigger Images Overlays Channels Auras และการตั้งค่าบัญชีและส่วนของการช่วยเหลือ

การเริ่มต้นสร้างชิ้นงานนั้น ผู้สร้างสามารถเริ่มต้นตามลำดับที่แสดงบนรายการเมนูทางขวามือ คือ เริ่มต้นจาก Trigger Images > Overlays > Channels > Auras ตามลำดับ

3. เริ่มต้นด้วยการสร้าง Trigger Images

ในการทำงานหรือสร้างชิ้นงานจะเริ่มต้นที่ Trigger ซึ่งออร์สมา ใช้ภาพและเทคโนโลยีการจดจำวัตถุเรียกว่า Trigger ภาพ Trigger จะต้องเป็นไฟล์ JPEG หรือ PNG และมีขนาดน้อยกว่า 500,000 พิกเซล (ผลรวม – กว้าง × สูง) เมื่ออัปโหลดไปยังออร์สมา สตูดิโอ

ในการสร้าง Trigger Images มีขั้นตอน ดังนี้

1. คลิก ไอคอน Trigger Images ที่อยู่ทางด้านบนขวามือ
2. คลิก Add บนหน้าต่างที่เปิดออกมา
3. ตั้งชื่อรูปภาพ
4. คลิก Browse เพื่อเลือกไฟล์ และอัปโหลดจากเครื่องคอมพิวเตอร์
5. เลือก Save
6. สร้างโฟลเดอร์ใหม่เพื่อเก็บและจัดระเบียบภาพ Trigger

ภาพ Trigger ที่ดี

การใช้ภาพ Trigger ที่ดีเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของขั้นตอนในการสร้างงาน เราสามารถใช้วิดีโอคุณภาพสูงหรือภาพเคลื่อนไหว 3 มิติได้ คุณภาพสูงได้เช่นกัน แต่ประสิทธิภาพการทำงานจะลดลงเพราะต้องใช้ความสามารถในการแสดงผลและการโหลดที่มากเกินไป ซึ่งภาพ Trigger ที่ดีจะทำให้การแสดงผลราบรื่นและการซัอนทับจะลงตัวพอดี ภาพ Trigger ที่ดีนั้นควรจะ

1. มีความแตกต่างของโทนสีและมีความคมชัดที่ดี
2. เป็นภาพที่มีรูปร่างสมส่วนและรูปแบบชัดเจน
3. เป็นภาพที่มีรายละเอียดทั่วทั้งภาพมีจำนวนมาก

ภาพ Trigger ที่ไม่เหมาะสม

1. เป็นภาพที่มีรายละเอียดน้อยเกินไป
2. เป็นภาพที่มีมืดมากเกินไป ไม่มีความแตกต่างของโทนสี
3. เป็นภาพซ้ำซ้อนและมีลักษณะเหมือนกัน (รูปแบบซ้ำซ้อน ข้อความปรากฏมากเกินไป)
4. เป็นภาพพร่าเลือนรางและภาพไล่ระดับสี
5. วัตถุบนโลกที่มีลักษณะสะท้อนกลับ ตัวอย่างเช่น ภาพกระจก

4. การทำ Overlays

Overlays เป็นขั้นตอนต่อมา เป็นเหมือนที่เก็บทรัพยากรต่างๆ ที่ต้องการแสดงผล เป็นการเพิ่มเนื้อหา สื่อ มาทับซ้อนบน Trigger นั้นเอง เหมือนกับที่เราทำสื่อ AR ด้วยโปรแกรมอื่นๆ โดยสามารถนำภาพวิดีโอ ภาพนิ่ง โมเดล 3 มิติ หรือหน้าเว็บมาใช้งาน Overlay ยังสามารถนำมาใช้ใหม่ได้หลายครั้งกับ Trigger อื่นๆ ได้

การเพิ่ม Overlay

1. เลือกไอคอน Overlays จากแถบเครื่องมือด้านขวา
2. คลิก Add ในหน้าต่าง Overlays ที่ปรากฏ
3. ตั้งชื่อ Overlay
4. เลือกประเภทของ Overlay ที่ต้องการ ซึ่งมีให้เลือก 3 แบบ ประกอบด้วยภาพนิ่ง วิดีโอ และโมเดล 3 มิติ
5. คลิก browse เพื่ออัปโหลดไฟล์ขึ้นไปเก็บไว้
6. กดปุ่ม Save
7. สร้างโฟลเดอร์ใหม่เพื่อเก็บและจัดระเบียบ Overlays โดยคลิกขวาที่ My Overlays เลือก New Folder แล้วตั้งชื่อโฟลเดอร์

7

5. การสร้าง Channels

Channel เป็นเหมือนกับโฟลเดอร์ที่เก็บ Aura หลายๆ อันไว้ด้วยกัน ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถเปิดดูหรือค้นหาได้ หากตั้งค่าเป็น public (Channels ที่ตั้งเป็น Private จะต้องเข้าชมผ่าน shared link) Channels จะมีเครื่องมือติดตาม หรือที่เรียกว่า follows เพื่อปลดล็อกและเข้าชม Aura (ถ้ามี Aurasma - powered App ผู้ใช้คนอื่นๆ จะเห็น Aura ได้โดยไม่ต้องเปิดดู ค้นหา หรือกดติดตาม) เราควรใส่ข้อมูลและรายละเอียดลงไปใน Channels ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้ผู้ใช้งานอื่นค้นหาได้ง่าย ตั้งชื่อ Channels อย่างเหมาะสม ใช้ส่วนของการกรอกรายละเอียดเพื่ออธิบายเนื้อหาภายในและอัปโหลดรูปประจำ Channels ให้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา

การสร้าง Channels

1. เลือกไอคอน “Channels” จากแถบเครื่องมือด้านขวา จะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมาเป็นหน้าต่างสำหรับจัดการ Channels
2. ในหน้าต่างใหม่ คลิก Add ตรงบริเวณแถบเครื่องมือด้านบน จะปรากฏหน้าต่างชื่อ New Channel ให้เรากรอกรายละเอียดลงไป
3. ช่อง name ให้ใส่ชื่อ Channel ที่ต้องการตั้ง ซึ่งชื่อนี้จะแสดงให้ผู้ใช้งานทั่วๆ ไปเห็น ควรตั้งชื่อให้สัมพันธ์กับเนื้อหาภายใน
4. ช่อง Description ให้กรอกข้อมูลข้อความอธิบายเกี่ยวกับ Channel

5. ในส่วน privacy จะเป็นการตั้งค่าให้บุคคลอื่นสามารถเข้าชม Channel ของเราได้หรือไม่
 - ถ้าต้องการให้ผู้ทั่วไปมองเห็นและเข้าชมภายใน Channel ได้เลยให้เลือกเป็น Public
 - หรือถ้าต้องการให้เป็นส่วนตัว ผู้ใช้อื่นๆ สามารถเข้าชมผ่านลิงก์ที่เราแชร์ให้เท่านั้นให้ตั้งเป็น privacy
6. ในส่วน Image ใช้สำหรับใส่รูปให้ Channel คลิกปุ่ม Browse และเลือกไฟล์รูปภาพจากคอมพิวเตอร์ (ควรเป็นภาพขนาด 960 x 640 หรือขนาดอื่นที่มีสัดส่วนขนาดเท่ากัน)
7. เมื่อกรอกรายละเอียดสมบูรณ์แล้วคลิกปุ่ม save ทำการบันทึก

6. การสร้าง Auras

เมื่ออัปเดต Trigger image, Overlay และสร้าง Channel เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ

การสร้าง Aura

1. คลิกเลือกไอคอน Aura จากแถบเครื่องมือด้านขวา จะปรากฏหน้าต่างใหม่ชื่อ Aura
2. คลิก Add บริเวณแถบด้านบน
3. กดแถบ Aura Details จะปรากฏส่วนกรอกรายละเอียด Aura
4. ในช่อง Name ให้ใส่ชื่อ Aura
5. ในช่อง Trigger Image ให้เลือกรูปที่เราอัปเดตไว้แล้วในขั้นตอนก่อนหน้านี้ เพื่อใช้เป็นรูปสำหรับสแกน
6. ในช่อง Channel ให้เลือก Channel สำหรับจัดเก็บ Aura
7. ส่วนของ Overlay ให้คลิก Add Overlay 1 ครั้ง จะเห็นว่ามียอด Overlay เพิ่มขึ้นมาถ้าต้องการใช้ Overlay หลายอัน สามารถ Add เพิ่มได้
8. เลือก Overlay ที่เราต้องการ ซึ่งเราได้อัปเดตไว้แล้ว
9. หากต้องการใส่แอคชั่นเพิ่มเติมให้ Overlay คลิกปุ่ม Add Action ได้ในส่วนของ Overlay Properties
10. จะเห็นส่วน Property ให้ใส่ค่าเพิ่มเติม เช่น เมื่อแตะบน Overlay จะทำการโหลด URL
11. ที่กำหนดไว้
12. จัดการกับขนาดและตำแหน่งของ Overlay ได้ในส่วนแสดงภาพด้านขวามือโดยการคลิกขวา หรือใช้แถบเมนูด้านล่างก็ได้เช่นกัน
13. คลิกปุ่ม Save เพื่อบันทึก
14. คลิกปุ่ม Close เพื่อปิดหน้าต่าง Auras

7. การเรียกดู Auras

วิธีการดู Auras ให้ทำตาม ดังนี้

1. ให้ตั้งค่า Channel ของคุณเป็น public ก่อน (ศึกษาได้ในหัวข้อ Channel)
2. เปิดแอปพลิเคชัน Aurasma บนอุปกรณ์ของคุณ
3. แตะที่ปุ่มค้นหา
4. แตะปุ่มค้นหา และทำการค้นหา Aura ด้วยการพิมพ์ชื่อ หรือ Channel
5. แตะ Auras ของคุณ หรือ Channel ของคุณ เพื่อดูรายละเอียดเกี่ยวกับ Channel
6. แตะ Follow สำหรับ Aurasma 2.0 build หรือ Subscribe สำหรับ Aurasma lite
7. แตะที่ปุ่ม viewscreen เพื่อดู Aura

การเรียกดูทำได้โดยใช้กล้องส่องไปยังรูป Trigger เมื่อพบแล้ว บนหน้าจออุปกรณ์จะโหลด Overlay ขึ้นมา ซึ่งเราจะต้อง follow Channel ก่อนจึงจะเปิดดู Aura ภายใน Channel นั้นๆ ได้ การ Follow กระทำเพียงครั้งเดียว ก็จะมีผลกับทุกๆ Aura ที่ผู้สร้างอัปโหลดใส่ไว้ใน Channel นั้นทั้งหมด

2.4 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2.4.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิด และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และค้นพบด้วยตัวเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการองค์ความรู้ ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน ขณะอยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้วการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้ [6]

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.4.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดสารและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ [4]

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่นประเทศ และ โลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2.4.3 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [32] ได้กล่าวว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ควรได้รับโอกาสที่จะพัฒนาและทำการทดลองอย่างง่าย ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรเพียงตัวเดียวในแต่ละครั้งที่ทำการทดลอง นักเรียนอาจต้องการคำแนะนำบ้างในการทดลอง ครูจึงควรเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่จะช่วยให้เหตุผลเกี่ยวกับการสังเกต การสื่อความหมายกับคนอื่น ๆ โดยผ่านกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติการทดลองและการอภิปราย นักเรียนต้องสามารถเรียนรู้ถึงความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความคิดเห็น (การตีความหมายสิ่งที่สังเกตได้) ขณะที่นักเรียนสำรวจตรวจสอบคำถาม นักเรียนต้องการคำแนะนำในการค้นหาแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และบูรณาการข้อมูลเหล่านั้นกับการสังเกตของตนเอง นักเรียนควรอ่านเรื่องราวต่างๆ และคู่มือที่เกี่ยวกับตัวอย่างทางประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ชายและหญิงที่ได้ช่วยพัฒนาวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรมีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร วิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร และใครทำงานวิทยาศาสตร์

2.4.4 การพัฒนาความสามารถและทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) [6] ได้เสนอแนะแนวทางการพัฒนาความสามารถและทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ว่าการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ นั้น นอกจากมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนแล้ว ยังมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ พัฒนาความคิดขั้นสูงและพัฒนาทักษะการสื่อสารด้วย

ความสามารถในการตัดสินใจ (Decision Making)

การจัดกิจกรรมต่างๆ ครูควรจัดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกตัดสินใจ เช่น กิจกรรมการแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ การสืบเสาะหาความรู้ หรือการจัดกิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติ โดยสร้างสถานการณ์ขึ้นเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติโดยเป็นผู้ที่

เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในเรื่องที่สำคัญของบ้านเมือง เช่น การสร้างเขื่อน การสร้างโรงไฟฟ้า นิวเคลียร์ การแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชน การตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาบ้านเมือง นั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อมูล เชื่อถือได้อย่างมีเหตุผลและส่งผลดีต่อส่วนรวม เพื่อให้เกิด ความปลอดภัยและการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งนี้ จะต้องพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด ส่งผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนและคุณภาพชีวิตที่ดี

การพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher – ordered Thinking)

ความคิดขั้นสูงเป็นความสามารถทางสติปัญญาประการหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะที่นักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียน เพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการ รวมทั้งแนวคิดในวิชาต่างๆ ความคิดขั้นสูง ประกอบด้วยความคิดในด้านต่างๆ คือ

1. ความคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) คือความคิดที่เกี่ยวข้องกับการจำแนก รวบรวมเป็นหมวดหมู่ รวมทั้งการจัดประเด็นต่างๆ เช่น การจำแนกชนิดของหิน โดยพิจารณาลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ การจำแนกใบไม้ โดยพิจารณารูปร่างของใบ ขอบใบ และเส้นใบเป็นเกณฑ์ หรืออีกตัวอย่างหนึ่งคือการพัฒนาโปรแกรมเพื่อหาอายุเฉลี่ยของนักเรียนในชั้นหนึ่ง ก็ต้องจำแนกปัญหาเป็นกระบวนการงาน (procedure) ย่อย คือ กระบวนการหาอายุรวมและกระบวนการหาจำนวนนักเรียนในชั้น แล้วนำกระบวนการทั้งสองมาหาอายุเฉลี่ย

2. ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (critical thinking) คือ ความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งในด้านบวกหรือลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างเพียงพอ เช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประเด็นที่คนทั่วโลกให้ความสนใจ คือเรื่อง GMOs ผลการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวมีผลให้สิ่งมีชีวิตไม่ว่าพืชหรือสัตว์ มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากพันธุ์เดิมและการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมมีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม จากประเด็นดังกล่าวเป็นสถานการณ์จริงที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า รวบรวมความรู้เกี่ยวกับ GMOs เป็นข้อมูลในการอภิปรายแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์เชิงสนับสนุนหรือโต้แย้งเทคโนโลยีดังกล่าว

3. ความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) คือความคิดที่แปลกใหม่ ชัดหยุ่นและแตกต่างจากผู้อื่น เช่น ให้นักเรียนทำกิจกรรมคิดออกแบบประดิษฐ์อุปกรณ์กำเนิดเสียงแทนการใช้กระดิ่งไฟฟ้า หรือออกไฟฟ้า หรือออกแบบวงจรเตือนภัยโดยใช้เซนเซอร์ความร้อน หรือนักเรียนบางคนได้เรียนรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการฟักไข่ของสัตว์พวกนก จึงมีความคิดที่จะทดสอบว่า คนจะสามารถฟักไข่ไก่ได้หรือไม่ โดยออกแบบหนีบไข่ไว้ได้รักแล้วค่อยติดตามผลดูว่าจะเป็นอย่างไร

4. ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (logic thinking) คือความสามารถที่จะคิดในเชิงเหตุผลของเรื่องราวต่างๆ เช่น กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสร้างเขื่อน หรือการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นประเด็นโต้แย้งทางสังคมที่ไม่อยู่บนข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึง

ควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุน ไม่ใช่ใช้ความรู้สึกหรือใช้อารมณ์ในการตัดสินว่าควรจะดำเนินการพัฒนาหรือไม่อย่างไร

5. ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific thinking) คือความคิดที่ใช้ในการพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบข้อเท็จจริง เช่น ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเทคโนโลยีชาวบ้าน การดองผักด้วยน้ำซาวข้าว หรือน้ำมะพร้าว หรือการใส่พริกสดลงในน้ำกะทิเพื่อป้องกันการบูดได้ เทคโนโลยีดังกล่าวเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้รับสืบทอดกันมาโดยไม่ทราบหลักการทางวิทยาศาสตร์ ครูควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาวางแผนในการตรวจสอบ พิสูจน์เพื่ออธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

โดยทั่วไปแล้วความคิดขั้นสูงด้านต่างๆ เหล่านี้จะไม่สามารถแยกออกจากกันได้ชัดเจน ต้องพัฒนาไปพร้อมๆ กันและอาจรวมทั้งพัฒนาไปพร้อมกับความสามารถด้านอื่นๆ ด้วย โดยไม่จำเป็นต้องเน้นว่า จะต้องพัฒนาเรื่องใดก่อนหรือหลัง การพัฒนาความคิดขั้นสูงนี้จะทำได้มากในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และกระบวนการแก้ปัญหา

การพัฒนาทักษะการสื่อสาร (Communication Skills)

กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะในการสื่อสารหมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และแนวความคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย การสังเกต การทดลอง การอ่านหรืออื่นๆ ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียนในรูปแบบที่ชัดเจน และมีเหตุผลการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความรู้และแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำๆ เพื่อให้เกิดทักษะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถฝึกทักษะการสื่อสารได้ดังต่อไปนี้

1. การเล่าหรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่อ่านจากหนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือต่างๆ จากการดูโทรทัศน์ หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดยมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารที่ดีวิธีหนึ่ง กิจกรรมนี้อาจใช้เวลาครั้งละ 10 นาทีก่อนที่จะมีการสอนตามปกติก็ได้

2. การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษา หรือการศึกษาดูภาคสนาม ในโอกาสที่นักเรียนกลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษาดูภาคสนามแล้วให้เขียนรายงานสรุปถึงความรู้ ความคิดในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปชมสวนสัตว์เปิดที่เขาเขียว นักเรียนควรจะเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณสวนสัตว์ ลักษณะนิสัยของสัตว์ป่าบางชนิด รวมทั้งสภาพความเป็นอยู่และข้อคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมให้กับสัตว์ป่าเหล่านั้น

หรือเมื่อไปศึกษาการบำบัดน้ำเสีย นักเรียนควรจะสามารถเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียและอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้

3. การจัดแสดงผลงาน ในกรณีที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือโครงงานอื่นๆ ควรกำหนดให้มีวันที่แน่นอนเพื่อจัดแสดงผลงานให้เพื่อนๆ ในชั้นหรือทั้งโรงเรียนได้ชมและถ้าเป็นไปได้ ควรเชิญบุคคลในชุมชนมาชมด้วย ไม่ควรถือว่าการจัดแสดงผลงานเป็นการประกวด ในการจัดแสดงผลงานนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสออกแบบการจัดแสดงผลงาน รวมทั้งการจัดการเพื่อให้งานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี นักเรียนจะต้องคัดเลือกส่วนที่สำคัญมานำเสนอในพื้นที่ที่จำกัด ซึ่งควรมีทั้งข้อความโดยสรุปและตัวอย่างชิ้นงาน ในการนำเสนอควรให้มีทั้งการเสนอด้วยวาจาและผลงาน

4. การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยมนุษย์ในการทำงานได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ วิทยาการคอมพิวเตอร์จึงเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาความคิดและจินตนาการ อันจะนำไปสู่การแปลงรูปจากจินตนาการมาเป็นชิ้นงานสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ ปัจจุบันสิ่งประดิษฐ์มากมายล้วนแล้วแต่มีส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์เข้าไปร่วมด้วย ทำให้ระบบการทำงานต่างๆ ได้รับการพัฒนาเข้าสู่ความเป็นอัตโนมัติมากขึ้น

ปัจจัยความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กล่าวถึงปัจจัยในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ [6]

1. ผู้บริหาร เป็นผู้ที่มีความสำคัญที่สุดในการสนับสนุนให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมาย ผู้บริหารต้องมีความรู้ความเข้าใจปรัชญา กระบวนการเรียนรู้ และธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อจะได้สนับสนุน

- งบประมาณในการจัดซื้อสื่อต่าง ๆ
- ช่วยเสนอแนะแหล่งวิทยาการและแหล่งเรียนรู้
- นิเทศติดตามผลการจัดการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ
- ให้กำลังใจทั้งครูและนักเรียน

2. ครูผู้สอน เป็นผู้ที่มีความสำคัญในการที่จะแปลมาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่เป็นตัวหนังสือให้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม น่าสนใจ และมีกระบวนการเรียนรู้หลากหลายวิธีอย่างอิสระ ครูผู้สอนจำเป็นต้อง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างดี รวมถึงรู้วิธีการเรียนรู้ มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับตัวนักเรียน พร้อมทั้งจะเรียนรู้เรื่องราวใหม่ๆ พร้อมๆ กับนักเรียน
- เป็นผู้ที่มีความสนใจใฝ่หาความรู้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อนำมาปรับปรุงพัฒนา

ตนเอง

- มีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ มีการใช้สื่อการเรียนการสอนหลากหลายและสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้

- มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในอาชีพครูในฐานะครูวิชาชีพ มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีทั้งกับเพื่อนครูในโรงเรียนและชุมชน เพื่อจะหาความร่วมมือในการจัดการเรียนการสอน

3. ผู้เรียน เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งบุคลิกภาพ สติปัญญา ความถนัด ความสนใจและความสมบูรณ์ของร่างกาย ผู้เรียนควรมีโอกาสร่วมคิด ร่วมวางแผนในการจัดการเรียนการสอน และมีโอกาสเลือกวิธีเรียนได้อย่างหลากหลายตามความเหมาะสมภายใต้การแนะนำของครูผู้สอน

4. สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนการสอนครูผู้สอนต้องมีวิธีการที่จะจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาทางวิชาการ เช่น จัดห้องขงคิด ห้องกิจกรรมวิทยาศาสตร์ จัดระบบนิเวศจำลอง จัดบริเวณโรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้ทางชีววิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ มีการดัดแปลงห้องเรียนให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กันได้ดี และจัดกิจกรรมที่เอื้อให้ผู้ปกครองและชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนด้วย

2.4.5 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวคิดที่สำคัญของการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 [6] ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดและลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองเต็มตามศักยภาพ การวัดและประเมินผลจึงมีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน เพราะสามารถทำให้ผู้สอนประเมินระดับพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมีหลากหลาย เช่น กิจกรรมสำรวจภาคสนาม กิจกรรมสำรวจตรวจสอบ การทดลอง กิจกรรมการศึกษาค้นคว้า กิจกรรมศึกษาปัญหาพิเศษ หรือโครงการวิทยาศาสตร์ ฯลฯ อย่างไรก็ตามในการทำกิจกรรมเหล่านี้ ต้องคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีศักยภาพแตกต่างกัน และผลงานที่ได้ก็อาจแตกต่างกันด้วย เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมเหล่านี้แล้วก็ต้องเก็บรวบรวมผลงาน เช่น รายงาน ชิ้นงาน บันทึก และรวมถึงทักษะปฏิบัติต่างๆ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรัก ความซาบซึ้ง กิจกรรมที่นักเรียนได้ทำ และผลงานเหล่านี้ต้องใช้วิธีประเมินที่มีความเหมาะสมและแตกต่างกันเพื่อช่วยให้สามารถประเมินความรู้ความสามารถและ

ความรู้สึกรู้สึกคิดที่แท้จริงของนักเรียนได้ การวัดผลและประเมินผลจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน หลากหลายวิธี ในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้

2.4.5.1 จุดมุ่งหมายหลักของการวัดผลและประเมินผล

1. เพื่อค้นหาและวินิจฉัยว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะความชำนาญในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์รวมถึงมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อย่างไรและในระดับใดเพื่อเป็นแนวทางให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับให้กับนักเรียนว่ามีการเรียนรู้อย่างไร
3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสรุปผลการเรียนและเปรียบเทียบระดับพัฒนาการด้านการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

การประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน มี 3 แบบ คือ การประเมินเพื่อค้นหาและวินิจฉัย การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนการสอน การประเมินเพื่อค้นหาและวินิจฉัย เป็นการประเมินเพื่อบ่งชี้ก่อนการเรียนการสอนว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ ทักษะ เจตคติ และแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอะไรบ้าง การประเมินแบบนี้สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนคนใดต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษในเรื่องที่ขาดหายไป หรือเป็นการประเมินเพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นก่อนที่จะเรียนเรื่องต่อไป การประเมินแบบนี้ยังช่วยบ่งชี้ทักษะหรือแนวคิดที่มีอยู่แล้วของนักเรียนอีกด้วย การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน เป็นการประเมินในระหว่างช่วงที่มีการเรียนการสอน การประเมินแบบนี้จะช่วยบ่งชี้ระดับที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่ในเรื่องที่ได้สอนไปแล้ว หรือบ่งชี้ความรู้ของนักเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้หรือไม่ ข้อมูลที่ได้จากการประเมินแบบนี้ไม่ใช่เพื่อเป้าประสงค์ในการให้ระดับคะแนน แต่เพื่อช่วยครูในการปรับปรุงการสอน และเพื่อวางแผนประสบการณ์ต่างๆ ที่จะให้แก่นักเรียนต่อไป การประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนการสอน เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว ส่วนมากเป็น “การสอบ” เพื่อให้ระดับคะแนนกับนักเรียน หรือเพื่อให้ตำแหน่งความสามารถของนักเรียน หรือเพื่อเป็นการบ่งชี้ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน การประเมินแบบนี้ถือว่าสำคัญในความคิดของผู้ปกครองนักเรียน ครู ผู้บริหาร อาจารย์แนะแนว ฯลฯ แต่ก็ไม่ใช่เป็นการประเมินภาพรวมทั้งหมดของความสามารถของนักเรียน ครู ต้องระมัดระวัง เมื่อประเมินผลรวมในการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนเพื่อให้เกิดความสมดุล ความยุติธรรม และเกิดความเกิดตรง

2.4.5.2 แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การเรียนรู้จะบรรลุตามเป้าหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่วางไว้ได้ ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้[6]

1. ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรมจริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียน
2. วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
3. ต้องเก็บข้อมูลที่วัดได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่
4. ผลของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
5. การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัดและโอกาสของการประเมิน

2.4.5.3 วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวัดผลและประเมินผล

เพื่อให้การวัดผลและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนผลการประเมินอาจได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้ [6]

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์ทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ
4. บันทึกของนักเรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน

2.4.6 สื่อการเรียนรู้

2.4.6.1 บทบาทสำคัญของสื่อต่อการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เน้นให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาทุกสถานที่ และต้องจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สื่อการเรียนการสอนจึงมีบทบาทสำคัญยิ่งประการหนึ่งต่อการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยเน้นให้ใช้จากสื่อใกล้ตัวที่มีอยู่ในท้องถิ่นเป็นสำคัญ และสังคมโลกในปัจจุบันเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ที่โลกไร้พรมแดน การใช้สื่อประเภทเทคโนโลยีสารสนเทศจึงมีบทบาทขึ้นด้วย [6]

2.4.6.2 ประเภทของสื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอนมีหลากหลายประเภท ทั้งที่เป็นสื่อของจริง สื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์และสื่อมัลติมีเดีย สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพจะช่วยส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ติดตาม บทเรียนและสร้างความรู้ความเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญ ประกอบด้วย [6]

1. อุปกรณ์ทดลอง ซึ่งมีอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เช่น กล้องจุลทรรศน์ เครื่องชั่งมัลติมิเตอร์เครื่องแก้ว และอุปกรณ์เฉพาะที่ใช้ประกอบการทดลองบางการทดลอง
2. สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือเรียน หนังสืออ่านประกอบ แผ่นภาพ แผ่นภาพโปสเตอร์ วารสาร จุลสาร นิตยสาร หนังสือพิมพ์รายวัน รายสัปดาห์ สิ่งเหล่านี้จะมีเรื่องราวน่าสนใจทั้งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งโดยตรงและโดยอ้อม
3. สื่อโสตทัศนูปกรณ์ ได้แก่ แผ่นภาพโปรเจกต์ วิดิทัศน์ สไลด์เทป
4. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ สื่อประเภท CAI CD-ROM โครงข่ายอินเทอร์เน็ต รวมทั้งอุปกรณ์ทดลองที่ใช้ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์
5. สารเคมีและวัสดุสิ้นเปลือง
6. อุปกรณ์ของจริง ได้แก่ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างหินแร่ และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ

2.4.6.3 แหล่งการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ต้องส่งเสริมและสนับสนุนผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ และเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิตจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย แหล่งเรียนรู้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน หรือจากหนังสือเรียนเท่านั้นแต่จะรวมถึงแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน ดังนี้ [6]

- สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ หนังสือพิมพ์วารสาร
- สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ มัลติมีเดีย CAI วิดิทัศน์ และรายการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านสื่อวิทยุ โทรทัศน์ CD-ROM อินเทอร์เน็ต
- แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน เช่น ห้องกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สวนพฤกษศาสตร์ สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โรงงานอุตสาหกรรม หน่วยงานวิจัยในท้องถิ่น
- แหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคล เช่น ปราชญ์ท้องถิ่น ผู้นำชุมชน ครู อาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย

ทั้งนี้ ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรพิจารณาใช้แหล่งเรียนรู้ต่างๆ ให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนา ทั้งด้วยความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมจากแหล่งเรียนรู้ เหล่านั้นอันจะส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ

2.4.6.4 หลักการใช้สื่อการเรียนรู้

การจัดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้นั้น สิ่งสำคัญนอกเหนือจากการเลือกสื่อ การเรียนรู้ที่เหมาะสม ก็คือการใช้สื่อที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลักการ ดังนี้ [32]

การเตรียมตัวของผู้สอน

ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมการในด้านต่างๆ ก่อนที่จะนำสื่อการเรียนรู้ไปใช้ กล่าวคือ

1. ศึกษาเนื้อหาในสื่อการเรียนรู้ที่ได้เลือกไว้ เพื่อตรวจสอบว่าเนื้อหามีความสมบูรณ์ตามที่ต้องการหรือไม่ จะได้จัดหาหรือจัดทำสื่อชนิดอื่นเพิ่มเติม
2. ทดลองใช้สื่อการเรียนรู้บางประเภทซึ่งอาจมีความยุ่งยากในการใช้ หรือต้องการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อชนิดนั้นๆ เช่น ลำดับขั้นตอนการนำเสนอ สร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียนเพียงพอหรือไม่ เหมาะสมกับเวลาเรียนเพียงใด มีส่วนไหนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขบ้าง
3. จัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ เพื่อจะได้ไม่เสียเวลาในขณะที่ใช้ เพราะการใช้เวลานานเกินไปในการจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์จะมีผลให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนรู้น้อยลง นอกจากนี้ควรตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ให้ครบถ้วนและอยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานด้วย

การจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

การใช้สื่อการเรียนรู้บางประเภทจะต้องมีการจัดเตรียมสถานที่หรือห้องเรียนให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้สื่อการเรียนรู้ประเภทนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมของเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ ระยะที่นั่งที่เหมาะสมของผู้เรียนหรือแสงภายในห้อง

การเตรียมพร้อมของผู้เรียน

การใช้สื่อการเรียนรู้บางอย่างต้องชี้แจงให้ผู้เรียนรู้วัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยใช้สื่ออื่นๆ เป็นการให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย และผู้เรียนจะได้เตรียมพร้อมในการเรียนรู้จากสื่ออื่น หากไม่มีการชี้แจงให้ผู้เรียนอาจได้เพียงความเพลิดเพลินหรือเรียนรู้ไม่ตรงเป้าหมาย ขอมเป็นการใช้สื่อที่ไม่คุ้มค่าและเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ หรือในกรณีที่ผู้เรียนจะต้องใช้สื่อด้วยตนเอง ผู้สอนก็ต้องแนะนำวิธีการใช้สื่อนั้นด้วย ที่สำคัญจะต้องบอกว่าผู้เรียนต้องทำกิจกรรมอะไรบ้าง เพื่อจะได้เตรียมตัวได้ถูกต้อง

การใช้สื่อการเรียนรู้

ผู้สอนจะต้องใช้สื่อการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนครั้งนั้นดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ ในขณะที่ใช้สื่อใดๆ ก็ตามจะต้องพิจารณาว่าผู้เรียนมีปฏิกิริยาอย่างไร ผู้เรียนศึกษาด้วยความสนใจ ตั้งใจและกระตือรือร้นหรือไม่ ปฏิกิริยาของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามารถใช้เป็นเครื่องชี้วัดได้ว่าสื่อการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับกิจกรรมและผู้เรียนเพียงใด นอกจากนี้ควรมีการใช้เครื่องมือหรือวิธีการต่างๆ ที่จะตรวจสอบว่าสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ นั้นมีประสิทธิภาพหรือไม่ เพียงใด ซึ่งอาจใช้วิธีการสังเกต การตั้งคำถาม การใช้แบบทดสอบหรือการสอบถามผู้เรียนโดยตรง

การประเมินการใช้สื่อการเรียนรู้

เป็นการนำข้อมูลที่ไดจากการใช้สื่อมาวิเคราะห์ให้เกิดความชัดเจนว่ามีอุปสรรคปัญหาจากการใช้อย่างไร มีความเหมาะสมกับกิจกรรมและกลุ่มผู้เรียนในระดับใด โดยจะต้องพิจารณาลักษณะทางกายภาพของสื่อและสาระที่สื่อสารไปยังผู้เรียน บางครั้งสื่อเรียนรู้ที่นำมาใช้นั้นอาจมีความเหมาะสมด้านกายภาพ แต่คุณค่าในด้านสาระยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย การประเมินจะช่วยในการตัดสินใจเลือกและใช้สื่อการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนการสอนในครั้งต่อไป หรือพัฒนาโดยการดัดแปลง ปรับปรุง แก้ไข จัดทำเพิ่มเติมให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

2.4.6.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 64 กล่าวว่า “รัฐต้องส่งเสริมสนับสนุนให้มีการผลิตและพัฒนาแบบเรียน ตำรา หนังสือทางวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์อื่น วัสดุอุปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ทั้งนี้โดยเปิดให้มีการแข่งขันโดยเสรีอย่างเป็นธรรม” มาตรา 65 กล่าวว่า “ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิต และผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ความสามารถและทักษะในการผลิต รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมีคุณภาพและประสิทธิภาพ”

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่าภาพของสื่อการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กว้างขวางมาก ครูผู้สอนสามารถใช้สื่อการเรียนรู้ได้หลากหลาย รวมทั้งสามารถจัดทำขึ้นใช้เองเพื่อให้ สอดคล้องกับหลักสูตรของสถานศึกษา [32]

การประเมินสื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น ควรดำเนินการประเมินในรูปคณะกรรมการ ซึ่ง ประกอบด้วยบุคคลหลายๆ ฝ่าย จำนวน 3-5 คน ดังนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่ประเมิน ซึ่งจะช่วยพิจารณาในด้านหลักวิชาของสื่อที่ประเมินว่า ถูกต้องเหมาะสมมากน้อยเพียงใด
2. ผู้มีประสบการณ์ในด้านสอนหรือการนิเทศ ซึ่งจะช่วยตรวจในแง่เนื้อหาที่น่าสนใจ กิจกรรมการเรียนการสอน ภาษาที่ใช้ว่าเหมาะสมกับระดับชั้นหรือวัยของผู้เรียนมากน้อยเพียงใด
3. ผู้มีความรู้ความเข้าใจในหลักสูตร ซึ่งจะเป็นผู้ที่จะช่วยตรวจพิจารณาว่าหนังสือเล่มนั้นๆ มีความสอดคล้องกับหลักสูตรที่สถานศึกษาจัดทำหรือไม่

ในกรณีที่ประเมินคุณภาพสื่อเทคโนโลยี องค์ประกอบของคณะประเมิน ควรมีนักเทคโนโลยีหรือผู้มีความรู้ด้านการผลิตสื่อมัลติมีเดีย เพื่อช่วยตรวจพิจารณาในองค์ประกอบด้านเทคนิคต่างๆ

2.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมพล สว่างวรชาติ [33] กล่าวถึงความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า

ทักษะ หมายถึง ความชำนาญ วามคล่องแคล่วและความแม่นยำ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการหาความรู้ หรือหาคำตอบในสิ่งที่สงสัยต่างๆ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นระบบและมีเหตุผล

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่ว และความแม่นยำในการใช้กระบวนการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการหาความรู้หรือหาคำตอบในสิ่งที่สงสัยต่างๆ

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science –AAAS) ได้เสนอทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอน วิทยาศาสตร์เมื่อปี ค.ศ.1970 โดยได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้ [34]

ทักษะขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคิดคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิตกับมิติและมิติกับเวลา
6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
7. ทักษะการสื่อสาร
8. ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์

ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล

สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ การจำแนกประเภท การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและนำเสนอ ดังต่อไปนี้ [33]

1. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งต่างๆ โดยอาจใช้เกณฑ์ของผู้อื่นกับบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งต่างๆ เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งพวก อาจเป็นสี รูปร่าง ขนาด ประโยชน์ ประเภทของการใช้งาน วัสดุที่ใช้ทำและสมบัติอื่นๆ หากเป็นสิ่งมีชีวิต เกณฑ์ที่ใช้อาจเป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์และอื่นๆ เกณฑ์ที่ใช้ในการเรียงลำดับ อาจเป็นความกว้าง ความยาว ความสูง ขนาดเส้นรอบรูปและอื่นๆ ทักษะการจำแนกประเภท เป็นความสามารถในการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งต่างๆ ได้ถูกต้องและรวดเร็วโดยใช้เกณฑ์ของตนเองและเกณฑ์ของผู้อื่น รวมทั้งการบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นแบ่งพวก หรือเรียงลำดับสิ่งต่างๆ ได้ถูกต้องและรวดเร็วด้วย

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการจำแนกประเภท

การฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการจำแนกประเภทนั้น นอกจากการให้ผู้เรียนแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งของโดยใช้เกณฑ์ของตนเอง เกณฑ์ของผู้อื่นหรือบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ในการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งของแล้ว ผู้สอนยังอาจจะกระตุ้นหรือชักนำให้ผู้เรียนแบ่งพวกหรือเรียงลำดับสิ่งต่างๆ โดยใช้คำถามหรือให้ทำกิจกรรมพร้อมกับการใช้คำถาม ศึกษาได้จากตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการจำแนกประเภท

ข้อที่	คำถาม	ความมุ่งหมาย
1.	เมล็ดพืชที่ได้แบ่งไว้เป็นพวก ๆ อย่างนี้ เขาแบ่งอย่างไร	บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ในการแบ่งพวก
2.	ถ้าจะแบ่งเมล็ดพืชเหล่านี้ตามรูปร่างจะแบ่งได้อย่างไร	แบ่งพวกตามเกณฑ์ของผู้อื่น
3.	ถ้าจะแบ่งเมล็ดพืชให้ต่างจากที่เคยแบ่ง จะแบ่งได้อย่างไรอีกบ้าง	แบ่งพวกตามเกณฑ์ของตนเอง
4.	กระดาษสีที่ได้เรียงลำดับไว้นี้ เรียงไว้อย่างไร	บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นเรียงลำดับสิ่งของไว้
5.	ถ้าจะเรียงลำดับกระดาษสีจากชั้นที่สั้นที่สุดไปยังชั้นที่ยาวที่สุด จะเรียงได้อย่างไร	เรียงลำดับสิ่งของตามเกณฑ์ที่คนอื่นกำหนด
6.	ถ้าจะเรียงลำดับกระดาษสีให้แตกต่างจากที่เคยทำมาแล้ว จะเรียงได้อย่างไรอีกบ้าง	เรียงลำดับสิ่งของโดยใช้เกณฑ์ของตนเอง

2. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ยและอื่นๆ

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

1. นับและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับ
2. บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณ
3. หาค่าเฉลี่ย

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการคำนวณ

การฝึกทักษะการคำนวณ นอกจากกิจกรรมฝึกทักษะการคำนวณแล้ว ผู้สอนอาจใช้คำถามควบคู่กับการปฏิบัติ โดยใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียนให้คิดตอบคำถามไปด้วย ศึกษาได้จากตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการคำนวณ

ข้อที่	คำถาม	ความมุ่งหมาย
1.	เมล็ดมะขามในจานที่ 1 มีจำนวนเท่าไร	นับจำนวน
2.	จำนวนเมล็ดมะขามในจานที่ 2 มากกว่าหรือน้อยกว่าจานที่ 1 เท่าไร	เปรียบเทียบมากกว่าน้อยกว่าเท่าไร
3.	เมล็ดมะขามทั้ง 3 จาน รวมกันมีจำนวนเท่าไร	บวก
4.	เฉลี่ยเมล็ดมะขามทั้ง 3 จาน จะได้จานละเท่าไร	คิดค่าเฉลี่ย
5.	เฉลี่ยเมล็ดมะขามทั้ง 3 จาน คิดได้อย่างไร	บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย
6.	กล่องกระดาษใบนี้มีปริมาตรเท่าไร	คิดคำนวณ

3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communicating)

3.1 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือการคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ เขียนและบรรยาย เป็นต้น

3.2 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

3.2.1 เลือกรูปแบบและบอกเหตุผลในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

3.2.2 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

3.2.3 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

3.2.4 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

3.2.5 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

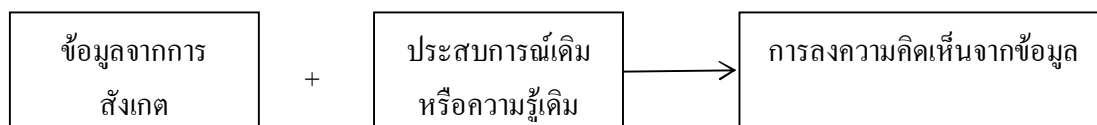
การฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล นอกจากจะปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนอาจใช้คำถามควบคู่กับกิจกรรม ศึกษาได้จากตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ข้อที่	คำถาม	ความมุ่งหมาย
	กิจกรรม: นักเรียนสังเกตสัตว์และอาหารที่สัตว์กิน	
1.	จากข้อมูลการกินอาหารของสัตว์ เราควรใช้รูปแบบใดในการนำเสนอให้เข้าใจง่าย	เลือกรูปแบบในการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
2.	ทำไมจึงควรทำเป็นแบบตาราง	บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบ
3.	ถ้าจะทำเป็นแบบตาราง ควรมีที่ช่อง / ในแนวตั้งหรือแนวนอน / จะเขียนข้อความอะไรบ้าง	บอกรายละเอียดของรูปแบบการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
4.	(ลองทำดูซิ) เขียนเป็นรูปแบบที่เข้าใจง่ายขึ้น เขียนได้อย่างไร	ลงมือจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

4. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

4.1 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึงการเพิ่มความคิดเห็นหรือเหตุผลส่วนตัวให้กับข้อมูลที่สังเกตได้ ผู้ลงความคิดเห็นจะใช้ข้อมูลจากการสังเกตและประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของตน สรุปความคิดเห็นให้กับข้อมูลนั้น ดังแผนภูมิ



การแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันของแต่ละคน จึงแตกต่างกันได้ตามประสบการณ์หรือเหตุผล จะถือเป็นข้อยุติว่าถูกหรือผิดไม่ได้ แต่ถ้าต้องการลงความคิดเห็นให้ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด ต้องรวบรวมข้อมูลให้ได้มากและพิจารณาอย่างรอบคอบ

4.2 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการที่จะใช้ข้อมูลจากการสังเกตและประสบการณ์เดิม เพิ่มคำอธิบายหรือเหตุผลให้กับข้อมูลที่สังเกตได้อย่างเหมาะสมและใกล้เคียงกับความจริง

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

เนื่องจากการลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นสิ่งที่ทุกคนต้องพบและใช้อยู่เสมอในชีวิตประจำวัน ผู้สอนจึงต้องฝึกให้ผู้เรียนรู้จักลงความคิดเห็นซึ่งอาจทำได้โดยใช้คำถามต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ข้อที่	คำถาม	ความมุ่งหมาย
1.	เมื่อเขย่ากล่องใบนี้แล้ว นักเรียนคิดว่า สิ่งของที่อยู่ในกล่องมีรูปร่างอย่างไร	ลงความคิดเห็นจากเสียงที่สังเกตได้และประสบการณ์
2.	จากลักษณะของฝรั่งสาที่สังเกตเห็น บอกได้หรือไม่ว่าฝรั่งสาชนิดนี้อ่อนหรือแก่	ลงความคิดเห็นจากลักษณะของฝรั่งสาที่สังเกตได้
3.	เด็กในภาพนี้สุขภาพเป็นอย่างไร	ลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้จากภาพและประสบการณ์
4.	จากภาพนี้บอกชี้ว่ามีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้น	ลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้จากภาพและประสบการณ์
5.	วันเพ็ญไม่มาโรงเรียนในวันนี้เป็นเพราะอะไร	ลงความคิดเห็นจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้ความรู้และประสบการณ์

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making)

5.1 การตีความหมายข้อมูลหมายถึง การบรรยายลักษณะหรือปริมาณหรือส่วนประกอบของข้อมูลที่แสดงไว้ในรูปของตาราง แผนภูมิ กราฟ ฯลฯ ให้เข้าใจได้ชัดเจน

5.2 การลงข้อสรุปหมายถึง การบอกผลรวมของข้อมูลทั้งหมด หรือสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่

5.3 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปคือ ความสามารถในการบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่แสดงไว้ในรูปของตาราง กราฟ แผนภูมิ วงจร ได้อย่างถูกต้องและเข้าใจชัดเจน 62

5.4 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ในการฝึกให้ผู้เรียนตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป อาจให้ผู้เรียนทำกิจกรรมและใช้คำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ข้อที่	คำถาม	ความมุ่งหมาย
	กิจกรรม: นักเรียนร่วมกันศึกษาตารางแสดงการแบ่งสัตว์เป็นกลุ่มตามที่อยู่อาศัย	
1.	จากผลการศึกษาที่นักเรียนบันทึกไว้ มีสัตว์ใดบ้างที่อยู่ในน้ำ	ตีความหมายข้อมูล
2.	สัตว์ชนิดใดบ้างที่อยู่บนบก	ตีความหมายข้อมูล
3.	จะเชื่อยู่นบนบกหรือน้ำ หรืออยู่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ	ตีความหมายข้อมูล
4.	สัตว์ต่าง ๆ สามารถแบ่งเป็นกลุ่มๆ ตามที่อยู่อาศัยได้เป็นกี่ชนิด	ลงข้อสรุป

2.5.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาในแต่ละครั้งจะมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ นอกเหนือจากการที่ผู้ศึกษาหาความรู้ดังกล่าวจะใช้วิธีการที่น่าเชื่อถือแล้ว ตัวผู้ศึกษาหาความรู้เองจะต้องมีทักษะหรือมีความสามารถที่จะให้การดำเนินการศึกษาหาความรู้ในครั้งนั้นมีความราบรื่น ข้อมูลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนมีความน่าเชื่อถือ และเนื่องจากเราถือว่ามนุษย์มีความแตกต่างในความคิดและความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิด แต่ไม่ได้หมายความว่าความแตกต่างดังกล่าวจะไม่สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาได้ จากการศึกษาในปัจจุบันเราพบว่า ความสามารถหรือทักษะต่างๆ เราสามารถฝึกฝนและพัฒนาเพื่อให้เกิดความชำนาญได้ ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ สามารถเลือกใช้ทักษะต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมในกาแก้ปัญหาแต่ละด้านก็สามารถทำได้เช่นกัน [34]

1. การพัฒนาทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภทเป็นความสามารถในการแบ่งประเภทวัตถุ สิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่มหรือเป็นหมวดหมู่โดยใช้เกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง การพัฒนาทักษะการจำแนกประเภทจึงเป็นการพัฒนาความสามารถในการจำแนกหรือแบ่งพวก จัดกลุ่มวัตถุ สิ่งของหรือเหตุการณ์ต่างๆ โดยมีเกณฑ์ที่จะบอกการจำแนกเหล่านั้น ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นเกณฑ์เกี่ยวกับความเหมือนกันหรือความสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างใดอย่างหนึ่ง การพัฒนาทักษะการจำแนกประเภทสามารถทำได้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนมีการจัดกลุ่มสิ่งของ วัตถุหรือเหตุการณ์ต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง ที่ครูกำหนดขึ้นมา แล้วทำให้ครูผู้สอนทำการตรวจสอบความถูกต้องว่านักเรียนมีความสามารถในการ จำแนกประเภทตามเกณฑ์ที่ครูกำหนดไว้หรือไม่ และหากมีข้อผิดพลาดขึ้น นักเรียนต้องทำการค้นหา สาเหตุว่าเกิดขึ้นเพราะอะไรและจะทำการแก้ไขความผิดพลาดนั้นอย่างไร

2. ฝึกให้นักเรียนมีการจัดกลุ่มจำแนกประเภทของวัตถุ สิ่งของหรือเหตุการณ์ต่างๆ โดยใช้ เกณฑ์ที่นักเรียนเป็นคนกำหนดขึ้นมา แล้วให้นักเรียนอธิบายว่าเหตุใดจึงใช้เกณฑ์ดังกล่าวในการ จำแนกประเภทและเมื่อมีการจำแนกประเภทเสร็จ ให้นักเรียนอธิบายว่าเหตุใดสิ่งของ วัตถุหรือ เหตุการณ์จึงอยู่ในกลุ่มดังกล่าว

3. ฝึกให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตรวจสอบสิ่งของ วัตถุหรือเหตุการณ์และอธิบายผลจากการที่ใช้ เกณฑ์ที่แตกต่างกัน

2. การพัฒนาทักษะการคำนวณ

การพัฒนาทักษะการคำนวณ เป็นการพัฒนาการจัดกระทำข้อมูลโดยการบวก ลบ คูณหรือหาร ตามจุดประสงค์ของการอธิบายข้อมูลนั้นๆ ทักษะการคำนวณจึงเป็นทักษะที่แสดงถึง ความสามารถที่เป็นนามธรรมของผู้เรียน การคำนวณจะต้องคำนึงถึงหน่วยซึ่งต้องเป็นหน่วยเดียวกัน หรือแปลงให้เป็นหน่วยเดียวกันก็ได้ วิธีการที่ผู้สอนจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะใน การคำนวณ สามารถทำได้ ดังนี้

1. ฝึกให้ผู้เรียนได้ฝึกการคำนวณ คือ การบวก ลบ คูณและหาร ปริมาณต่างๆ

2. ฝึกให้ผู้เรียนได้มีโอกาสใช้เครื่องมืออื่นๆ ที่จะช่วยให้การคำนวณในแต่ละครั้งมี ประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งความแม่นยำและเวลา

3. ฝึกให้ผู้เรียนได้กะประมาณปริมาณต่างๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญในการคำนวณ ปริมาณเหล่านั้นอย่างหยาบๆ เป็นเบื้องต้น เช่น เห็นแดงโมลูกหนึ่งกะประมาณได้ว่ามีมวลประมาณ 2 กิโลกรัม หรือจากการสังเกตพบว่า น้ำ 10 หยด มีปริมาตรประมาณ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้น สามารถคำนวณได้อย่างหยาบว่าน้ำ 1 ลิตร จะมีประมาณ 10,000 หยดเป็นต้น

3. การพัฒนาทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การพัฒนาทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นการพัฒนาความสามารถในการนำข้อมูล ที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือจากแหล่งต่างๆ มาจัดกระทำเพื่อนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น คิวเลข ตาราง แผนผัง กราฟ หรือโมเดลต่างๆ เพื่อสื่อให้ผู้บริโภคข้อมูลดังกล่าวเกิดความเข้าใจ ง่าย รวดเร็วและตรงกันในระยะเวลานานขึ้น วิธีการพัฒนาทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล สามารถทำได้ ดังนี้

1. ฝึกให้ผู้เรียนได้เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลอย่างเหมาะสม

2. ฝึกให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบเหตุการณ์ที่สามารถอธิบายได้จากประสบการณ์

3. ฝึกให้ผู้เรียนได้มีการออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่ได้เลือกไว้และให้เหตุผลว่าเหตุใดจึงใช้รูปแบบดังกล่าวในการนำเสนอข้อมูล

4. ฝึกให้ผู้เรียนได้มีการปรับเปลี่ยนการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ จากข้อมูลชุดเดียวกัน เพื่อเป็นการฝึกทักษะการนำเสนอข้อมูลหลายๆ วิธี

5. ฝึกให้ผู้เรียนได้มีการใช้สื่อหลากหลายเพื่อให้เกิดความชำนาญต่อการใช้สื่อต่างๆ

6. ฝึกให้ผู้เรียนใช้วิธีการต่างๆ มาผสมผสานกันกับสื่อที่มีอยู่เพื่อถ่ายทอดข้อมูลแก่คนทั่วไปให้สามารถรับทราบได้ง่ายและเข้าใจในข้อมูลนั้น

4. การพัฒนาทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

การพัฒนาทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล เป็นการพัฒนาความสามารถในการเพิ่มเติมความคิดเห็นของนักเรียนต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลองอย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือมีการอ้างอิงไว้ วิธีการพัฒนาทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล สามารถกระทำได้ดังนี้

1. ฝึกให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบเหตุการณ์ที่สามารถอธิบายและลงความเห็นได้จากข้อมูลหรือประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่

2. ฝึกให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบเหตุการณ์หรือข้อมูลแล้วลงความเห็นว่าคุณสมบัติดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ควรจะมีความเห็นแบบใดและเพราะอะไร

3. ฝึกให้ผู้เรียนได้มีการจัดกลุ่มอภิปรายเพื่อระดมพลังสมอง ในประเด็นดังกล่าวจากบุคคลอื่นๆ เพื่อหาข้อสรุปจากประเด็นนั้น จากการนำความคิดเห็นทั้งหลายมาวิเคราะห์ร่วมกัน

4. ฝึกให้ผู้เรียนได้อภิปรายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือจากประสบการณ์ของผู้เรียน

5. การพัฒนาทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปเป็นการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ ทักษะการแปลความหมายข้อมูลมีความสัมพันธ์กับทักษะอื่นด้วย เช่น ทักษะการสังเกต การทดลอง การบันทึกข้อมูล เป็นต้น เพราะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปจะเป็นการประมวลเอาความรู้ที่ได้จากทุกทักษะมาจัดกระทำและแปลความหมายออกมา ในการพัฒนาทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป เราสามารถกระทำได้โดยวิธีการต่อไปนี้

1. ฝึกให้ผู้เรียนแปลความหมายและสรุปเหตุการณ์ที่สามารถอธิบายได้จากประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีอยู่

2. ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักกับหรือปฏิเสธโดยอาศัยการแปลความหมายจากข้อมูลที่ได้มาจากขั้นตอนต่างๆ ก่อนหน้านั้น

3. ฝึกให้ผู้เรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ระหว่างตัวแปร รวมไปถึงระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ของความสัมพันธ์เหล่านั้น

2.6 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

2.6.1 ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้หลากหลาย ดังนี้

ทิตนา แชนณี [35] กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบ หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

วัฒนาพร ระวังทุกข์[36] ให้ความหมายว่า การจัดการความรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้สืบค้นหรือหาคำตอบในเรื่องหรือประเด็นที่กำหนด เน้นให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง คุรุมีบทบาทเป็นผู้ให้ความกระจ่างและเป็นผู้อำนวยความสะดวก ช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบข้อมูลและจัดระบบความหมายข้อมูลของตนเอง

สมพงษ์ สิงหะพล [37] ให้ความหมายไว้ว่า รูปแบบการเรียนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการสอบสวนหาความรู้และอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จัดระเบียบความรู้และหลักการของความรู้ สามารถนำมาใช้ฝึกกระบวนการแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลัดดาวัลย์ กันหสุวรรณ [38] ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสืบเสาะ หมายถึง การค้นหาข้อเท็จจริงและองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเรียนจากการสังเกตปรากฏการณ์ เรียบเรียงข้อมูลจากการสังเกต จากนั้นตั้งคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นและวางแผนทำการทดลองเพื่อพิสูจน์คำตอบ โดยคำตอบควรจะมีมากกว่าหนึ่งคำตอบ แล้ววิเคราะห์หาคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุด รวบรวมข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์แล้วสรุปพร้อมออกแบบและสร้างรูปแบบการนำเสนอ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ [39] ให้ความหมายว่า เป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้

ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

จากความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว สรุปได้ว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือเสาะแสวงหาความรู้จากการกระตุ้นของครูผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไป

2.6.2 ขั้นตอนกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) [40] กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้อแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นอาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

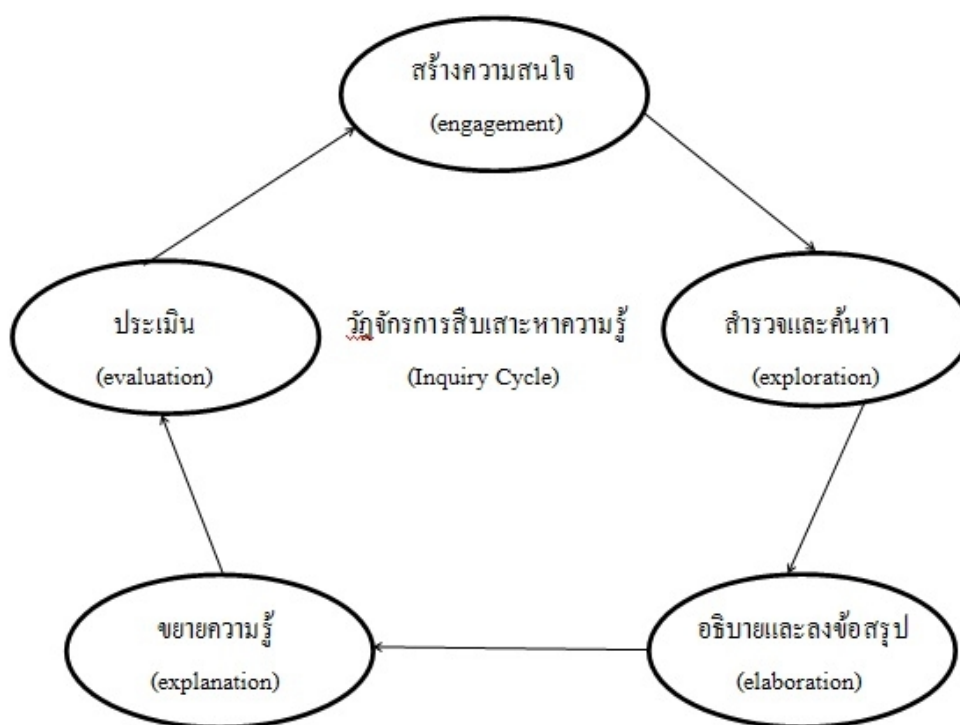
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไป

ได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ชั้นขยายความรู้ (elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ชั้นประเมิน (evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่นๆ



รูปที่ 2.16 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

พันช์ ทองชุมนุญ [34] ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. **สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา** ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหานี้ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา การนำเข้าสู่บทเรียนทำได้หลายวิธีความสำคัญอยู่ที่ผู้สอนจะเลือกหรือปรับวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีอยู่แล้วในบทเรียนหรือคู่มือครูได้มากน้อยเพียงใด อย่างไรก็ดีตามมีข้อที่ควรคำนึงถึงอยู่

ประการหนึ่งก็คือ การใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวจะเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าการใช้สถานการณ์หรือปัญหาที่ไกลตัวผู้เรียน

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามจะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก โดยใช้คำถามเป็นชุดต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน ชุดของคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ (สมมติฐาน) ในที่สุดคำตอบที่อาจเป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในบทเรียน เพื่อความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์การทดลอง

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ระหว่างการทดลอง คำถามในการทดลองนี้จะคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายผลก่อนการทดลอง โดยจะอภิปรายให้ครอบคลุมประเด็นต่างๆ คือ การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องลงมือทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ตามความเหมาะสม สำหรับเนื้อหาที่ไม่สามารถทำการทดลองได้โดยอาจจะมีข้อจำกัดในเรื่องของอุปกรณ์ เวลางบประมาณ ความปลอดภัยหรือเหตุปัจจัยอื่นๆ ในขณะนั้น อาจจะใช้ข้อมูลแหล่งอื่นๆ ที่มีความเชื่อถือได้มาใช้สรุปผลต่อไป โดยที่นักเรียนอาจไม่จำเป็นต้องทดลองโดยตรงก็ได้

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง ในขั้นตอนนี้คำถามที่จะใช้ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้อากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

2.5.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

พันธ์ ทองชุมนุม [34] ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ข้อดี

1. นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดได้อย่างเต็มที่ รู้จักใช้เหตุผลวิเคราะห์บทเรียน
2. นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนในการคิด อันจะส่งผลต่อนักเรียนในการพัฒนาตัวเองเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นๆ
3. การเรียนการสอนให้ความสำคัญกับผู้เรียนหรือผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
4. นักเรียนสามารถคิดหรือมีมโนทัศน์ตามหลักการของวิทยาศาสตร์

5. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

6.

ข้อจำกัด

1. ในการสอนแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างจะมาก
2. หากสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่เข้าใจผู้เรียน อาจจะทำให้ผู้เรียนให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนการสอนน้อย มีผลทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนไม่เข้าใจเท่าที่ควร ดังนั้นผู้สอนต้องเตรียมสร้างสถานการณ์ที่สามารถทำให้ผู้เรียนอยากมีส่วนร่วมมากที่สุด
3. สำหรับเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและค่อนข้างยาก จะทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้าอาจมีปัญหาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. นักเรียนที่มีวุฒิภาวะยังไม่ได้เป็นผู้ใหญ่พอ อาจไม่มีแรงจูงใจเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ครบตามกระบวนการ ส่งผลให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่วางไว้

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) เป็นการวัดความรู้ ทักษะ หรือวัดความสามารถของผู้เรียนตามจุดมุ่งหมาย และเนื้อหาของรายวิชาต่างๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยจะใช้วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของรายวิชาต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาไทย ฯลฯ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เกรียงไกร ยิ่งสง่า [41] กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพต่างๆ ของแต่ละบุคคล

นงนาฏ ดันติเสวี [42] กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกัน และต้องอาศัยความพยายาม อย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาแสดงออก ในรูปของคะแนนซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

ทิสนา แคมมณี [43] กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ คือการทำให้สำเร็จ (Accomplishment) หรือประสิทธิภาพทางด้านการกระทำในทักษะที่กำหนดให้หรือด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน อาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความสามารถของผู้เรียนที่ได้จาก การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน พร้อมทั้งเป็นตัวชี้วัดตัดสินผู้เรียนว่าผ่านการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เรียนหรือไม่ และผลการจัดการเรียนการสอนของครู มีประสิทธิภาพหรือไม่

ประเภทของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจำแนกประเภทผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ภาษิต สุโพธิ์ ได้จำแนกพฤติกรรมการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ [44]

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ทักษะ เช่น ทักษะการอ่าน ทักษะการคิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักการศึกษาได้กล่าวไว้ถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ศิริพร ทูเครือ [45] กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษ และดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ [46] กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้ มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

นิภา เมธาวีชัย [47] กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ทักษะ และสมรรถภาพต่างๆ ของนักเรียนที่เรียนรู้มาแล้ว

จันทร์ ดิยะวงศ์ [48] ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนว่ามีความรู้ ความสามารถในการเรื่องที่เรียนรู้อยู่มาแล้วหรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้ว มากน้อยเพียงใด

สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับวัดความรู้ ความสามารถของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ใช้ในการวัดทางด้านความรู้ ความสามารถ ทักษะต่างๆ ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ และการฝึกฝนมาแล้วว่านักเรียนมีความรอบรู้ มากน้อยเพียงใด และในการสร้างแบบทดสอบ มีขั้นตอนคล้ายกับระบบ PDCA ดังนี้ เริ่มจากการวางแผนการสร้าง การลงมือสร้าง การตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้จริง

จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบไปด้วย

1. เพื่อจัดตำแหน่งนักเรียนโดยการจับนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ตามความสามารถ กล่าวคือ นักเรียนที่มีความสามารถใกล้เคียงกันไว้ด้วยกัน เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียน การสอนให้เหมาะสม และสอดคล้องกับนักเรียนแต่ละกลุ่มการทดสอบเพื่อจัดตำแหน่งนั้นนักเรียน ต้องมีการทดสอบก่อนการเรียนการสอนในวิชานั้นๆ ในทางการศึกษา
2. เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียน โดยการประเมินทดสอบความก้าวหน้าของนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนทราบศักยภาพของตนเองในขณะนั้น ใช้เป็นแนวทางให้นักเรียน พัฒนาพฤติกรรมต่างๆ ของตนเองทั้งทางด้านความรู้ความสามารถ ลักษณะนิสัย และทักษะต่างๆ ให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้
3. เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน การปรับปรุงการเรียนการสอนควรทำอย่างต่อเนื่อง อาจใช้เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละหน่วยย่อย ซึ่งเมื่อพบนักเรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูผู้สอนก็ควรจะได้ศึกษาว่านักเรียนมีข้อบกพร่อง หรือจุดอ่อนในเรื่องใด จะได้ทำการแก้ไขข้อบกพร่องจากนั้นจึงประเมินผลอีกครั้งหนึ่ง

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้ 2 ประเภท

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรฐานซึ่งสร้างจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา และด้านวัดผลการศึกษา มีการหาคุณภาพเป็นอย่างดี
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น เพื่อใช้ทดสอบในชั้นเรียนขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างข้อสอบ ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสาร และงานวิจัยการกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบ การกำหนดเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร การกำหนดลักษณะของข้อสอบ วัตถุประสงค์ของการวัดและประเมินผลระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่จะวัด ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ จำนวนผู้สอบ ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างข้อสอบ ดำเนินการสอบ และตรวจข้อสอบ ความเป็นอิสระในการตอบ

ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ ผู้สร้างข้อสอบลงมือสร้างแบบทดสอบ ตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามลักษณะของข้อสอบ คำนึงถึงความยากของแบบทดสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนน และการตรวจให้คะแนนด้วย ตรวจทานข้อสอบ ผู้สร้างต้องทบทวน ตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับทดลองเพื่อนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้ ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านวัดผลการศึกษา จำนวน 3 - 5 ท่าน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นสร้างขึ้นได้ถูกต้องและเหมาะสมเพียงใดพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือเนื้อหา ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

นำข้อมูลที่ได้อาค่าความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าIOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้ทดลองสอบ นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอบ (Try-out) กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือนักเรียน ที่เคยเรียนในเรื่องนั้นๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไปวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ วิเคราะห์หาความยาก เป็นรายข้อโดยค่าความยากง่าย (p) ควรอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป การหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้แล้วนำไปทดลองสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง จำนวนตั้งแต่ 30 คน ขึ้นไปเพื่อหาความเชื่อมั่น จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

สรุปได้ว่าจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อจัดตำแหน่งนักเรียน เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียน และเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้ 2 ประเภทคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรฐานสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญและที่ครูสร้างขึ้น และขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนคือ การวางแผนสร้างข้อสอบ การลงมือสร้างข้อสอบ การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้และการตรวจสอบคุณภาพข้อสอบ ก่อนนำไปใช้ทดลองสอบ

2.7 ความพึงพอใจ

2.7.1 ความหมายของ ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (satisfaction) มีลักษณะเป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การจะทราบว่าคุณใดมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตได้จากการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดได้ทางอ้อมโดยการสอบถามความคิดเห็น ซึ่งต้องเป็นความคิดเห็นที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน [49] ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง รัก ชอบใจ

กาญจนา อรุณสุขรุจิ [50] กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นการแสดงความรู้สึกดีใจยินดีของเฉพาะบุคคลในการตอบสนองความต้องการในส่วนที่ขาดหายไป ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

อนงค์ เอื้อวัฒนา [51] ได้กล่าวถึง ความพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความชอบของบุคคลที่แสดงออกในด้านบวกหรือลบ มีความสัมพันธ์กับการตอบสนองต่อสิ่งที่ต้องการ ซึ่งความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในสิ่งที่ต้องการในระดับหนึ่ง และความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงหรือไม่เกิดขึ้น หากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

จิตตินันท์ เดชะคุปต์ [52] ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจนั้นมีความหมายโดยทั่วไปว่าความรู้สึกในทางบวกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

นันทพร รัฐถาวร [53] ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจนั้นก็คือ ความต้องการที่มีความเกี่ยวข้องกับภาวะอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด ทัศนคติและพฤติกรรมของบุคคล

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นสิ่งที่ข้องเกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึก และทัศนะของบุคคลอื่นเนื่องมาจากสิ่งเร้าและแรงจูงใจ ซึ่งจะปรากฏออกมาทางพฤติกรรม โดยแสดงออกมาในลักษณะของความชอบ ความพอใจที่จะเลือกสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ในการจัดการเรียนการสอน การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.8.2 การวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นคุณลักษณะทางจิตของบุคคลที่ไม่อาจวัดได้โดยตรง การวัดความพึงพอใจจึงเป็นการวัดโดยอ้อม วิธีการวัดความพึงพอใจในงานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบันนั้นมีหลากหลายวิธีด้วยกัน จากการศึกษาวิธีการวัดความพึงพอใจของนักวิชาการหลายท่านพบประเด็นของวิธีการวัดที่คล้ายกัน มาตราวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่ [50]

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่างๆ เช่น การบริหาร และการควบคุมงาน และเงื่อนไขต่างๆ เป็นต้น
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้
3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผนซึ่งนักวิชาการที่ศึกษาเรื่องความพึงพอใจส่วนใหญ่จะใช้วิธีการวัด โดยใช้แบบสอบถาม โดยนำรูปแบบของแบบสอบถามมาจากแบบถามที่มีผู้พัฒนาขึ้นมาเพื่อรวบรวมข้อมูลในการวัดความพึงพอใจที่ได้รับความนิยมและน่าเชื่อถือ ส่วนในงานวิจัยเรื่องการสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นี้ ผู้วิจัยได้ใช้มาตรการวัดความพึงพอใจของลิเคิร์ต (Likert Scale) ซึ่งผู้วัดจะต้องสร้างข้อความเกี่ยวกับเป้าหมาย จำนวนข้อความมีเท่าใดก็ได้ นำข้อความนี้ให้ตัวแทนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่เราต้องการทราบความพึงพอใจของเขาและให้เขาให้คะแนนข้อความหนึ่งตามค่ามาตร 5 มาตร โดยมีหลักในการสร้างข้อความในมาตรของลิเคิร์ต ดังนี้
 1. กำหนดเป้าหมายของความพึงพอใจ
 2. รวบรวมและคัดเลือกข้อความที่เป็นบวกและเป็นลบของความพึงพอใจต่อเป้าหมายให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

3. ให้กลุ่มตัวอย่างตอบข้อคำถามตรงตามความเห็นหรือความรู้สึกของตนว่าพึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก หรือไม่พึงพอใจ
4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับข้อคำถามทั้งหมดและตัดข้อที่มีความสัมพันธ์ต่ำออก ข้อที่มีความสัมพันธ์สูงแต่มีค่าเป็นลบให้สลับเครื่องหมายของคะแนน
5. จัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามและส่งให้กลุ่มตัวอย่างตอบ
6. คะแนนความพึงพอใจของผู้ตอบแต่ละคนมีค่าเท่ากับคะแนนรวมของข้อคำถามทั้งหมดหรือคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดก็จะทำให้ง่ายต่อการตีความยิ่งขึ้น

2.7.3 การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ [54] ได้กล่าวถึงแบบวัดความพึงพอใจตามวิธีของลิเคิร์ทไว้ ดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมายของการศึกษาว่าต้องการวัดความพึงพอใจของใครที่มีต่อสิ่งใด
2. ให้ความหมายของการวัดความพึงพอใจต่อสิ่งที่จะศึกษานั้นให้แจ่มแจ้งเพื่อให้ทราบว่าเป็นประเด็นหรือเรื่องที่จะสร้างแบบวัดนั้นประกอบด้วยคุณลักษณะใดบ้าง
3. สร้างข้อความให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญๆของสิ่งที่จะศึกษาให้ครบถ้วนทุกแง่มุม และต้องมีข้อความที่เป็นไปในทางบวกและทางลบมากพอต่อการที่เมื่อนำไปวิเคราะห์และเหลือจำนวนข้อความที่ต้องการ
4. ตรวจสอบข้อความที่สร้างขึ้นซึ่งทำได้โดยผู้สร้างข้อความเองและนำไปให้ผู้มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ ตรวจสอบโดยพิจารณาในเรื่องของความครบถ้วนของคุณลักษณะของสิ่งที่ศึกษาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ตลอดจนลักษณะการตอบข้อความที่สร้างว่าสอดคล้องกันหรือไม่เพียงไร พิจารณาว่าควรจะให้ตอบว่า “เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วยเฉยๆ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” หรือ “ชอบมากที่สุด ชอบมากปานกลาง ชอบน้อย ชอบน้อยที่สุด” เป็นต้น
5. ทำการทดลองขั้นต้นก่อนนำไปใช้จริงโดยการนำข้อความที่ได้ตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่งเพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความและภาษาที่ใช้อีกครั้งหนึ่งและเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านอื่นๆได้แก่ความเที่ยงตรงค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งหมดด้วย
6. กำหนดการให้คะแนนการตอบของแต่ละตัวเลือกโดยทั่วไปที่นิยมใช้คือกำหนดคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2, 1 หรือ 4, 3, 2, 1, 0 สำหรับข้อความทางบวกและ 1, 2, 3, 4, 5 หรือ 0, 1, 2, 3, 4 สำหรับข้อความทางลบ ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกมากในการปฏิบัติ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

สถาพร อยู่สมบูรณ์ [55] ได้ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบสื่อการสอนปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ในสภาพแวดล้อมทางการเรียนแบบยูบิควิตัส เพื่อลดภาระทางปัญญาของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า สื่อการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงในสภาพแวดล้อมทางการเรียนแบบยูบิควิตัสเพื่อลดภาระทางปัญญาของผู้เรียน ประกอบด้วย 3 ระบบย่อย คือ 1) ระบบสื่อการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ 2) ระบบเทคโนโลยีเสมือนจริง และ 3) ระบบการเรียนการสอนผ่านสภาพแวดล้อมทางการเรียนแบบยูบิควิตัส 2. สื่อการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงในสภาพแวดล้อมทางการเรียนแบบยูบิควิตัสเพื่อลดภาระทางปัญญาของผู้เรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก 3. กิจกรรมทางการเรียนแบบยูบิควิตัสเพื่อลดภาระทางปัญญาของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ณัฐมา ไชยวร โยธิน [56] นิสิตปริญญาโทสาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยี Aurasma หัวข้อ “การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ศิลปะการแสดงประจำชาติประเทศ ในประชาคมอาเซียนด้วยเทคโนโลยีออร์สมา” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหอแวงอุปถัมภ์จำนวน 1 ห้องเรียนจำนวน 49 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ศิลปะการแสดงประจำชาติประเทศในประชาคมอาเซียน ด้วยเทคโนโลยีออร์สมา แบบประเมินคุณภาพของหนังสือทรอนิกส์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนแบบสอบถาม ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคโนโลยีออร์สมา การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องศิลปะการแสดงประจำชาติประเทศในประชาคมอาเซียนด้วยเทคโนโลยีออร์สมามีคุณภาพและประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก

อรชลิดา พรหมปิ่น และคณะ [56] ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาหนังสือเสริมบทเรียนสามมิติด้วยเทคนิคภาพเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง อุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของผู้ป่วยไขสันหลังบาดเจ็บ หนังสือเสริมบทเรียนสามมิติถูกพัฒนาขึ้นโดยโปรแกรม Photoshop Google sketch up Amire ร่วมกับเทคนิคภาพเสมือนผสานโลกจริง หลังการศึกษา พบว่านิสิตมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 10.17 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.001$) นิสิตส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 (0.58) สรุปได้ว่า หนังสือเสริมบทเรียนสามมิติด้วยเทคนิคภาพเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของผู้ป่วย ไซสันหลังบาดเจ็บ มีประสิทธิภาพต่อการนำไปใช้สำหรับ นิสิตกายภาพบำบัดชั้นปีที่ 3 สาขากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

พิมไข่มุก เทวคำ [57] ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติกับการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนร่วมกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนจากการสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการเรียนปกติ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศทางการเรียนร่วมกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

มงคล ประเสริฐสังข์ [58] ได้ทำการศึกษาเรื่องการจัดสภาพแวดล้อมให้เป็นแหล่งเรียนรู้ยุคใหม่ของ โรงเรียนวัดใหญ่ศรีสุพรรณ สำนักงานเขตธนบุรี สังกัดกรุงเทพมหานคร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ผู้บริหารครูและคณะกรรมการสถานศึกษา จำนวน 30 คน ผลการวิจัย พบว่าการจัดสภาพแวดล้อมให้เป็นแหล่งเรียนรู้ยุคใหม่ของ โรงเรียน วัดใหญ่ศรีสุพรรณ สำนักงานเขตธนบุรี สังกัด กรุงเทพมหานคร โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน เรียงลำดับค่าเฉลี่ยด้านกายภาพ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือด้านบุคลากรและด้านการบริหารจัดการ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด

ณัชชาภิญญ์ วิรัตน์ชัยวรรณ [59] ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทพนารี จ.แพร่ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยจิตวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ชนิดา หนูแป้น [60] ได้ทำการวิจัย เรื่องการสร้างห้องเรียนเสมือนจริงสำหรับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก เรื่องการใช้ Microsoft Excel เพื่อการคำนวณ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างและหาคุณภาพของห้องเรียนเสมือนจริงสำหรับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักบนห้องเรียนเสมือนจริง เพื่อประเมินกิจกรรมการเรียนของผู้เรียน โดยใช้การประเมินตามสภาพจริง เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน โดยคุณภาพของห้องเรียนเสมือนจริงสำหรับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก เรื่องการใช้ Microsoft Excel เพื่อ

การคำนวณที่สร้างขึ้น ผ่านการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและสื่อการนำเสนอมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และ 4.68 ตามลำดับซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก จากนั้นได้นำห้องเรียนเสมือนจริงสำหรับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก เรื่องการใช้ Microsoft Excel เพื่อการคำนวณที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง จากการทดลองปรากฏว่าคะแนนการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการประเมินกิจกรรมตามสภาพจริงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และจากการประเมินความพึงพอใจได้ผลระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อห้องเรียนเสมือนจริงสำหรับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก มีค่าเท่ากับ 4.15 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มาก สรุปได้ว่า ห้องเรียนเสมือนจริงสำหรับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก เรื่องการใช้ Microsoft Excel เพื่อการคำนวณที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างดี

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เฟล็กและไซมอน (Fleck and Simon) [61] ได้ศึกษาสภาพแวดล้อมเสมือนจริงในการเรียนรู้ดาราศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาพร้อมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการเรียนการสอนสำหรับครูและนักเรียนระดับประถมศึกษาให้ง่ายต่อการใช้ และให้เข้ากับหลักสูตรการเรียนดาราศาสตร์ของของฝรั่งเศสรวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับดาราศาสตร์ของผู้เรียนโดยการเปรียบเทียบการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมทางกายภาพและสภาพแวดล้อมจากความจริงเสมือนผลปรากฏว่าการเรียนทั้ง 2 แบบนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ ยังพบว่า AR ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ทางประสาทสัมผัส นักเรียนได้ลดความซับซ้อนในการสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ AR นี้ก่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องได้อีกด้วย

ฆองและคณะ (Juan et. al.) [62] ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ระบบการเรียนรู้ร่างกายในมนุษย์จากเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนภาคฤดูร้อนของ The Technical University of Valencia โดยศึกษาวิเคราะห์ผลการใช้ระหว่างการแสดงผลจากหน้าจอปกติกับการแสดงผลจากเทคโนโลยีเสมือนจริง (HMD) ว่าสิ่งใดมีอิทธิพลต่อประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน ผลปรากฏว่าทั้ง 2 รูปแบบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ ซึ่งนอกจากใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการเรียนรู้ร่างกายในมนุษย์แล้วยังใช้ในการเรียนรู้วิชาอื่นๆ ได้อีกด้วย

แทนเนอร์ และคาร์รัส (Tanner and Karas) [63] ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การบูรณาการเทคโนโลยีการศึกษาในห้องเรียน: เทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนได้อย่างไร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน ฟิทซฮัก (Fitzhugh Elementary school) จำนวน 19 คน อายุตั้งแต่ 11 – 13 โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม ให้ได้รับเลโก้และคู่มือ โดยกลุ่มแรกได้รับคู่มือแบบมีภาพเคลื่อนไหวจากเทคโนโลยี AR ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับคู่มือแบบธรรมดา ผลการทดลองสรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับคู่มือโดยใช้เทคโนโลยี AR มีความเข้าใจคำแนะนำในการสร้างหุ่นยนต์ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป

จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่าสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงสิ่งที่มีความทันสมัยและประยุกต์กับการเรียนการสอนได้ทุกวิชา ทั้งยังเป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ที่มีจุดเด่นสำคัญที่แตกต่างจากสื่อเสริมการเรียนรู้ประเภทอื่นๆ คือ สามารถสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมสำหรับการนำสื่อเสริมการเรียนรู้ AR ไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ การนำไปสร้างความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน (Engage) ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นของการเรียนที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็นในเนื้อหาที่จะเรียน นอกจากนี้ยังสามารถนำสื่อการเรียนรู้ AR ไปใช้ในขั้นตอนขยายความรู้ (Elaborate) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาให้กว้างและลึกยิ่งขึ้น ได้เชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนกับสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นั่นเองซึ่งนอกจากจะสามารถสร้างความน่าสนใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงยังสามารถสร้างแรงบันดาลใจและจุดประกายให้กับผู้เรียนสำหรับการใช้งานในด้านอื่นๆ ต่อไปได้ เนื่องจากในปัจจุบัน ในสาขาอาชีพต่างๆ ได้มีการนำเทคโนโลยี AR มาช่วยในการทำงานมากขึ้น ดังนั้น การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ สัมผัส และเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงในชั้นเรียน จะทำให้พวกเขาคุ้นเคยกับเทคโนโลยี และมีความพร้อมที่เพิ่มพูนทักษะเกี่ยวกับเทคโนโลยีประเภทนี้ เมื่อต้องเรียนในระดับสูงหรือทำงานต่อไปในอนาคต ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนต่อไป