

CONSIDERACIONES SOBRE SOCIEDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TRABAJO EDUCATIVO: ASPECTOS CONTEXTUALES DE IMPORTANCIA EN EL USO DEL LENGUAJE MATEMÁTICO

Oscar Holguín Villamil¹

Universidad Nacional de Colombia – UNAL – Colômbia
oscar.holguin@gmail.com

Daniel Mill²

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar – Brasil
mill@ead.ufscar.br

¹ Colombiano. Magister en Investigación de la Universidad Nacional de Colombia. Estudiante del programa de posgrado en Educación de la Universidad Federal de São Carlos (UFSCar). Miembro activo del grupo de pesquisa Horizonte.

² Brasileiro. Doutor em Educação pela UFMG, com pós-doutorados pela Universidade de Coimbra e pela Universidade Aberta de Portugal. Professor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), onde trabalha como Docente e Gestor de Educação a Distância (EaD). É membro do Programa de Pós-Graduação em Educação e do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade. É Líder do Grupo Horizonte (Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Inovação em Educação, Tecnologias e Linguagens) e, como pesquisador, tem interesse particular pela interseção das temáticas: Trabalho Docente, Tecnologias, Linguagens, Cognição e Educação a Distância.

RESUMEN: Se desarrollan reflexiones analítico-metodológicas que reconstruyen cualitativamente el vínculo entre pasado y presente en relación dialéctica ciencia natural y social, tecnología en relación con las matemáticas. Posibilita claridades pedagógicas de ciencia y tecnología en la formación de ciudadanos del siglo XXI; considera el referente conceptual de educación en ciencia y tecnología con enfoque CTS y STEM como estrategias curriculares características del uso de procesos técnicos y tecnologías digitales (TIC), componente social y matemáticas en el desarrollo de CT+I en la agenda mundial 2030.

Palabras clave: Matemáticas. Ciencias. Tecnologías. Pedagogía.

ABSTRACT: Develop analytic-methodologic reflections and reconstruct qualitatively the pedagogical link between past and present in dialectic relationship natural and social science, technology and their mathematic`s relationship. Possibility among pedagogy clarities on science and technology in formation of citizens of the 21st century; consider a conceptual reference in science and technology education with STS and STEM focus for curricular strategies characteristic on use technical processes and digital technologies (ICT), social component and mathematics in ST+I development on the world Agenda 2030.

Key words: Mathematics. Science. Technologies. Pedagogy.

RESUMO: Desenvolvem-se reflexões analítico-Metodológicas que reconstroem qualitativamente a ligação entre passado e presente na relação dialéctica ciência natural e social, tecnologia e sua relação com as matemáticas. Posibilita clarezas pedagógicas de ciência e tecnologia na formação de cidadãos do século XXI; considerando o referênte conceitual na educação de ciência e tecnologia com foco CTS e STEM como estratégias curriculares características pelo uso de processos técnicos e tecnologias digitais (TIC), componente social e matemáticas no desenvolvimento da CT+I na agenda mundial 2030.

Palabras chave: Matemáticas. Ciências. Tecnologias. Pedagogia.

1 INTRODUCCIÓN

Para unos la ciencia es una sublime Diosa, para otros, una vaca que suministra excelente Mantequilla. (SAGAN, 1984).

No tiene sentido considerar estas reflexiones como una apología a las ciencias, a la tecnología en singular o a las tecnologías en plural; tampoco se trata de hacer trazas para definir el estatuto epistemológico de campos del conocimiento que llevan en construcción un periodo tan largo como la historia de la humanidad. Por lo contrario, los autores en compromiso con la construcción de un proceso educativo de calidad y pertinencia desde el ámbito de la educación y las tecnologías, para lo cual pueden existir posturas a favor y en contra, con adherencia al hecho de que existe un lugar común desde la academia, desde el que se efectúan los planteamientos y reflexiones de este ejercicio en el que las ciencias y las matemáticas son asumidos a la manera de “derechos básicos” que tienen los seres humanos en cualquier contexto del mundo, para estructurarse como habitantes del mundo; en tanto que derechos, las ciencias, la(s) tecnología(s) y las matemáticas pueden ser reclamadas a los sistemas gubernamentales, como cajas de herramientas y andamiajes (BRUNER, 1995; 2000), y como proceso de autorregulación del aprendizaje (ZIMMERMAN; SCHUNK, 1998); que apoyan en la lectura real del mundo enseñado; a la educación se le atribuyen “poderes” y responsabilidades en los cambios que la sociedad espera que se den en el mundo; por lo tanto, es claro que de las matemáticas dependen tanto los políticos, como las sociedades para garantizar esos cambios.

Un ciudadano formado y participante del mundo para el desarrollo sostenible, según UNESCO (2017) debe estar en condiciones de participar argumentativamente de manera justa, pacífica, tolerante y en condiciones de tomar decisiones con un lenguaje probado y aprobado internacionalmente; es decir, es importante que en el diseño curricular de las políticas públicas, las administraciones gubernamentales reconozcan la importancia de que todos los ciudadanos tengan una formación en matemáticas y ciencias de manera integral, puesto que el aprendizaje de las ciencias y de la tecnología, se puede asimilar a la forma y al momento en que el humano aprende a leer y a escribir. En palabras de Heidegger (1987) se ingresa a “*la casa del ser*”. Cuando se ingresa al mundo de las matemáticas y de la literatura, se ingresa porque de lo contrario, no se consigue ser parte del mundo.

2 CONTEXTO PROBLEMÁTICO QUE DA ORIGEN A LAS REFLEXIONES

Las Consideraciones actuales sobre la problemática de la Educación y sus intersecciones con la epistemología y con la pedagógica de la ciencia natural y social, con la tecnología y con las técnicas y los procesos¹, de acuerdo con las formas conceptuales de interpretación de los problemas epistemológicos de la ciencia y de la tecnología, que se resumen en la confrontación entre diversas consideraciones de reflexión teórica tanto de la perspectiva pedagógica y didáctica de la educación, como de la epistemología de la ciencia y la tecnología, entre las que se identifican a Schön (1982), Francesco Tonucci (1990), Javier Echeverría (1995). En Latinoamérica, el trabajo de José Joaquín Brunner (2003), Tomas Buch (2003) y particularmente los aportes de Álvaro Vieira Pinto (2013) en el contexto brasilero sobre el tema convergente de la educación en ciencia y tecnología.

Por otra parte, desde la perspectiva sociológica de la ciencia y la tecnología en el caso de Theodor Adorno y Max Horkheimer, desde la crítica a la racionalidad instrumental y representantes del círculo hermenéutico de Fráncfort; el sentido compensatorio de la educación y de las humanidades que rechazan el determinismo tecnológico y que muestran su vigencia en la emergencia de reflexiones sobre la esencia de la técnica (HEIDEGGER; 1987; 1997; 2007), desde la que no pocos grupos académicos, hoy se comprometen con demostrar que el estudio y la investigación sobre la ciencia y la tecnología, sus relaciones, tensiones, posibilidades y retos, se puede abordar en la escuela y que este abordaje es apropiado; sólo si se concibe este estudio más allá del dualismo entre ciencia y tecnología.

Para Adorno y Horkheimer, se debe transmitir la crítica simple de la educación y de la ciencia, un proceso didáctico desde la escuela que se desarrolla para la enseñanza de la ciencia, de la tecnología y de su lenguaje. Las Matemáticas. Desde donde la concienciación y apropiación social de los sistemas de la declaración científico-tecnológica actuales, se hace posible y que se encuentra entre la conciencia de la perspectiva instrumental e histórico-social y trascendente-crítica conocida como “medios para fines” de Horkheimer (1973), que hoy supone la práctica interpretativa de la filosofía de la ciencia moderna y en ella de las ciencias naturales y de las Humanidades; que se encuentran para su reflexión pedagógica en el complejo de las ciencias de la Educación, en una relación problemática que para su investigación hoy, dispone de los entramados de los denominados “comités de ética”, que suponen la búsqueda de principios y reglas para un manejo responsable de datos, información y conocimiento humanos que no sólo se asumen para la exposición de los logros

¹Desde los procesos ideológicos y educativos, hasta los procesos industriales.

de la ciencia y de la tecnología; sino que también hacen parte del bagaje y del cúmulo de conocimiento aportado por la ciencia social y por las humanidades.

Las consideraciones epistemológicas, contemplan cuatro pasos que las ciencias y las tecnologías están tratando de dar y de demostrar hacia el lugar que adquiere el lenguaje matemático en las disposiciones que son aportadas en el estudio de la relación entre educación, ciencia y tecnología. Que se trate de ser responsable en el uso de las técnicas modernas sólo desde la dimensión política o ética subyacente a la implementación de las tecnologías; ya no es suficiente para hablar de alfabetización digital y/o de educación en tecnología². Al contrario, se debe buscar desde la escuela, construir una concepción que permita asumir el que las tecnologías y las ciencias naturales y sociales modernas; constituyen campos de conocimiento con estatuto propio y en construcción permanente, los cuales para ser “introducidos” en el currículo, en la escuela, no se limita a contenidos; sino que debe pasar por el manejo responsable de los desarrollos de los campos de ciencia y tecnología como pretexto válido para convertirse en parte integral de la enseñanza de niños y jóvenes hacia la adquisición del denominado “habitus” (BOURDIEU apud MORENO; RAMIREZ, 2006), que supone con Novak (1991) y Coll et al (1992); tener “actitud positiva” hacia la ciencia moderna y hacia la investigación.

Se presentan señalamientos a la ciencia, a la tecnología, a los científicos y a los tecnólogos de manera extendida y se advierte en la discusión pública sobre un factor de riesgo que todo proceso de innovación representa y que analizan de manera reiterada la importancia de educar para la aplicación de los inventos, de las tecnologías y de los nuevos conocimientos que desarrollan. Estas oposiciones y paradojas posibilitan la encrucijada humana en una suerte de esquizofrenia en la que muchos científicos hoy se cuestionan por la responsabilidad individual y colectiva que les asiste en sus hallazgos y para los cuales un amplio sector de la sociedad no se encuentra preparado.

La temática del comportamiento políticamente responsable no es una cuestión del estado de ser capaz de actuar de manera adecuada en el diseño de políticas; las perspectivas de participación política actuales son múltiples y complejas. Están relacionadas con el hecho de que los Estados nacionales actuales; no se encuentran menos abrumados que los individuos, cuando se trata de reflexionar sobre el problema de la educación como factor de la cultura; desde una perspectiva ontológica, como una auto-relación del hombre con sus acciones y con las posibilidades de acción que ha producido históri-

² La primera categoría denominada en el contexto académico mundial “alfabetización digital” pone el acento en el acceso a los medios informáticos de manera abierta y sin restricciones en lo que se conoce como aporte al cierre de la brecha tanto entre sujetos, como entre países y para ello en el mundo hoy se habla del acceso a las políticas de información. La segunda categoría, corresponde a la denominada educación necesaria para ser culto en el contexto tecnológico que circunda la vida, educación que supone desde la lectura de instrucciones, hasta la producción de objetos, cuando la representación cognitiva de los problemas así lo exija y sea posibilitado para los denominados “usuarios cultos” de la tecnología, que denomina Miguel Ángel Quintanilla, acceso máximo al sistema tecnológico (QUINTANILLA, 2005).

camente en la práctica de guiarse por los sentidos, práctica que lo enriquece teóricamente para corroborar la institucionalidad en las condiciones de avanzada científica, de civilización y de civilidad que hoy exige la ciencia política, las ciencias naturales y sociales y las tecnologías (WEBER, 2002).

3 SOBRE LA FORMACIÓN DE LA TÉCNICA Y DE LOS TECNÓLOGOS

En el marco del Primer Seminario Internacional de Rescate y Sistematización de Tecnologías Campesinas Andinas que se desarrolló en Lima (Perú) en 1998 y que ha contado con versiones posteriores, desde las que ha adquirido lugar común, el trabajo intelectual por la defensa de las tecnologías tradicionales; se discutió el que una sociedad acostumbrada a no valorar su cultura y en la que el sistema educativo se orienta de manera preferente a formar en la reproducción de conocimientos considerados los más avanzados del paradigma de conocimiento occidental. Afirma el informe que:

[...] las actuales exigencias de los campesinos, que se hallan cada vez más confrontados con las demandas de un mercado y de instituciones externas, que imponen reglas de juego para las cuales no tienen los conocimientos, ni los medios suficientes (TECNOLOGÍAS, 1988, p. 14)

Supone esta reflexión sobre las tecnologías que no centrarse en la mirada instrumental que se busca apropiarse en la mirada pedagógica de la pedagogía de la tecnología y facilitar estrategias de apropiación social de las ciencias y las tecnologías; de los tecnólogos y de los profesores de tecnología, la conciencia por el conocimiento artesanal que amortigua la falta de apropiación del conocimiento de punta y los efectos que el desconocimiento de las estrategias de lenguaje matemático que demanda la implementación de las tecnologías actuales; pone de manifiesto la necesidad de apropiarse una alternativa endógena proveniente del saber popular y de las técnicas tradicionales³ con las que se solucionan problemas como la erradicación de plagas y las enfermedades que se curan con los saberes ancestrales, entre otros.

Un programa de revaloración del conocimiento tradicional y de las tecnologías puede ser la manifestación dentro del currículo de actividades que se orienten a “llenar” los vacíos de programación institucional y curricular, por ello se trata de que la pedagogía de la tecnología atraviese la perspectiva docente de la informática y el trabajo manual, hacia la apropiación de la mirada epistemológica de la cultura, de las ciencias, de las tecnologías y las matemáticas, como actividades conjuntas en las que se vinculan saberes particulares y comunes.

³Las temáticas correspondientes a la implementación de tecnologías y ciencias tradicionales provenientes del conocimiento popular, pueden perfectamente ser consideradas como pseudociencias y en este ámbito, pueden ser elemento de reflexión para la escritura de otros documentos a los cuales habrá que dedicar suficiente tiempo y que por ahora desborda la perspectiva del presente documento.

Así, la incorporación de la técnica y conocer de la ciencia y la tecnología demanda de los profesores, conocimientos sobre historia, sociología, psicología, ingeniería, arqueología, física, lenguas⁴; en suma, con esta perspectiva de exigencias, prácticamente ningún profesor en la actualidad estaría en condición de responsabilizarse de la formación de la cultura tecnología de las nuevas generaciones.

Los profesores comprometidos con el saber de sus estudiantes y en cualquier área del conocimiento, proponen diferencias ideológicas y metodológicas frente a los demás, así esto les signifique rechazo por lo pre-instituido por los “colegas” (GIROUX, 1990; 1985; MÁRQUES GRAELLS; ÁLVAREZ CÁNOVAS, 2014) en la actualidad y desde la historia de la pedagogía con Herbart (apud HILGENHEGER, 2010), Kant (1985; 2010), la búsqueda del quehacer pedagógico es saber motivar el espacio de acercamiento y diálogo. En consecuencia, puede decirse que la docencia de las ciencias, de la tecnología es el proceso de enseñanza de unos saberes específicos; pero también se prepara, se planifica, y aquí interviene un elemento importante como fuente de enriquecimiento para la práctica docente: la investigación en el aula.

4 IMPORTANCIA SOCIAL DE LA CIENCIA

De acuerdo con la “Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico”, desarrollada en Hungría entre el 26 de junio y el 1 de julio de 1999, hoy reconocida como la “Declaración de Budapest”; se pusieron en juego tanto desde el preámbulo, como en las consideraciones; sobre la importancia de la ciencia aspectos como:

Los países y los científicos del mundo deben tener conciencia de la necesidad apremiante de utilizar responsablemente el saber de todos los campos de la ciencia para satisfacer las necesidades y aspiraciones del ser humano sin emplearlo de manera incorrecta. (CONFERENCIA MUNDIAL SOBRE LA CIENCIA, 2000, p.5)

De acuerdo con la perspectiva mundial de la educación para todos en Jomtien, con las directrices de los objetivos del milenio y con la agenda de objetivos de desarrollo sostenible [ODS, 2030] (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN Y LA CULTURA; OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE, 2016) según los acuerdos logrados en estas reuniones de los países, es notorio que la ciencia se encuentra al servicio del conocimiento; el conocimiento al servicio del progreso y se agrega que:

⁴Se vincula entre las lenguas, el saber de los lenguajes de programación, razón por la cual se puede decir que la necesidad de conocimiento sobre la informática es una exigencia transversal y que todos los profesores de cualquier campo de conocimiento, estarían en la obligación de apropiarse de estos saberes.

Las ciencias deben estar al servicio del conjunto de la humanidad y contribuir a dotar a todas las personas de una comprensión más profunda de la naturaleza y la sociedad, una mejor calidad de vida y un medio ambiente sano y sostenible para las generaciones presentes y futuras. (CONFERENCIA MUNDIAL SOBRE LA CIENCIA, 2000, p. 5)

5 LE TECNOLOGÍA COMO CAMPO DE CONOCIMIENTO

La tecnología constituye un factor socio cultural desde el cual en coherencia con los planteamientos de Martin Heidegger (2007), José Ortega y Gasset (2000), o de Carl Sagan (1984), Leo Marx (2010) Lewis Mumford (2010), Carl Mitcham (2005), Jaques Ellul (1973), León Olivé (2007); sobre la base de la máxima [casi que axioma]; en la que los autores coinciden desde diferentes perspectivas y bajo miradas que desde la filosofía y desde la sociología con perspectivas tanto de defensa, como de crítica a la ciencia y a la tecnología revisadas con el filtro del determinismo; mencionan y aluden al lugar común, de que “sin la técnica, el hombre no existiría ni habría existido nunca”.

Por su parte en reciente publicación Mill y Luiz Bertoldo con enfoque sociológico sobre la ciencia y la tecnología aportan con acierto que las tecnologías presentan polos opuestos en algunos casos respecto del lugar epistemológico que tendrían que ocupar la ciencia y la tecnología como campos que presentan:

[...] dicotomias como natural/artificial y material/imaterial, muitas vezes utilizadas para ilustrar o significado de tecnologia, ocultam o possível fato de o homem ser naturalmente um ser tecnológico, bem como dificulta a percepção de que ele é também fabricante de bens imateriais como número, método, informação e projeto (forma ou modelo pensado)... Tecnologia é destreza, astúcia e habilidade prática racional, possibilitada pelo conhecimento que permite ao homem criar os objetos (meios, ferramentas, procedimentos, sistemas e artefatos) necessários à organização, à manipulação e à transformação de matéria, energia e informação segundo sua intenção e seu objetivo. (LUIZ BERTOLDO; MILL, 2018, p. 596 subrayado de los autores).

Tecnologia é conhecimento, ou seja, é modelo ou projeto que preexiste no intelecto do artesão e que pode ser avaliado pela adequação das soluções alcançadas. [...] pelo desenho (seu momento mais acabado). (LUIZ BERTOLDO; MILL, 2018, p. 597 subrayado de los autores).

Con el filósofo brasileiro Álvaro Vieira Pinto, se establecen otras perspectivas sociológicas desde las que se asume a la tecnología como una construcción cultural que, aunque difiere de la perspectiva heideggeriana sobre el mismo

campo temático de la tecnología, que según Vieira Pinto consiste en una perspectiva sustancialista⁵ y supone un “algo” que trasciende desde la perspectiva de Heidegger a la dimensión humana al ganar por sí sola autonomía por sobre la dimensión humana.

6 LA EDUCACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Contrario a la idea de ahondar en los equívocos provenientes de la ideología y de los imaginarios sobre ciencia y tecnología; se abordan en las líneas siguientes y de manera general los enfoques que caracterizan la aparición de la educación en ciencia y tecnología como un binomio de características particulares y campos educativos que desde la escuela en los niveles de enseñanza fundamental ha contado con dos perspectivas fundamentales, por una parte la mirada que relaciona los saberes de la ciencia y la tecnología en función de sus impactos en el medio y en la cultura, denominado CTS y por otra, un enfoque de reciente emergencia denominado Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por las siglas en inglés).

7 EL ENFOQUE CTS

El que en países desarrollados se tienda a priorizar el papel de la innovación y el desarrollo (I+D) en campos como la bioquímica o el estudio de nuevos materiales, la microelectrónica y la teleinformática y por otra parte en países como los que conforman el cono sur de Latinoamérica en los que en su mayoría [exceptuando a Brasil], se tienda a la importación de tecnologías bajo la mirada de la “transferencia de tecnología”; constituyen dos ejemplos vivos de la diametralmente opuesta concepción sobre el papel social de la ciencia y la tecnología.

En el aspecto didáctico del modelo CTS para la escuela, llama la atención el trabajo de maestros con enfoque de investigación acción participante (IAP) y el desarrollo de seminarios de participación ciudadana; en cada caso, el

⁵ Esta perspectiva sustancialista, que tiene tanto detractores como defensores y que puede ser analizada en la forma adecuada a través de la reflexión de otros documentos de profundización; en cuanto que no es el centro de este documento, pero que igualmente debe suscitar interés investigativo en la academia comprometida con los estudios sociales de la ciencia y de la tecnología; los autores invitan a ampliar esta construcción conceptual y disputa intelectual; a través del abordaje de dos fuentes que a criterio propio, son los centros de aporte a la discusión. Son estas referencias; en Heidegger, el artículo “la pregunta por la técnica” de 1962, compilado el profesor Jorge Acevedo de la Universidad de Chile y publicado en 1997 en un banco denominado “Martin Heidegger Filosofía, Ciencia y Técnica”, y el pensamiento Vieira Pinto se sugiere ser abordado en el capítulo 3 de la obra “*O Conceito de Tecnologia*”, denominado “la técnica” en el cual el autor desarrolla un discurso sobre la semántica de la técnica y la técnica como adjetivo. Baste enunciar por el momento, que Vieira Pinto alude a la identificación en la perspectiva heideggeriana sobre la tecnología, un tipo de engaño de la hipostatización de la técnica (PINTO, 2013, p. 177), por esta vía se asume un tipo de valor entitativo sobre la técnica, que debe ser superado en la búsqueda de evitar evidenciar la propia naturaleza de la técnica, con lo cual se corre el riesgo adicional de la emisión de juicios de valor que el autor califica de coloridos y caer en “*a desconsoladora fúria da técnica desencadeada*” (PINTO, 2013, p. 347).

énfasis de la estrategia didáctica se enfoca en la propia actividad de los estudiantes y su campo de acción, estas estrategias guardan como lugar común el desarrollo de “habitus” y actitudes positivas hacia la investigación, particularmente por el uso de metodologías de participación y análisis de discurso.

En resumen, para efectos de acercamiento técnico a las formas de educar en ciencia y tecnología, desde el enfoque CTS, de acuerdo con Medina e Sanmatín (1998), López Cerezo (1998, p.46), hoy se identifican tres direcciones que engloban este enfoque en la escuela:

Como alternativa a la reflexión tradicional en filosofía y sociología de la ciencia, con perspectiva no esencialista y contextualizada en la actividad científica como proceso social.

Desde la perspectiva de estudio de políticas públicas, como mecanismo de regulación de la ciencia y la tecnología y de participación democrática en la toma de decisiones de procesos científico-tecnológicos.

En el proceso educativo CTS se “cristaliza” en la aparición de programas de formación y en materiales didácticos.

8 EL ENFOQUE STEM. SU MÉTODO, PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA

En el proceso de incorporación de la educación en Tecnología y de las ciencias tanto experimentales, como sociales; como se ha insinuado, se cuenta con la necesidad del lenguaje común a estos campos de conocimiento, es decir las Matemáticas. Por su parte el estudio de las técnicas y de las diferentes formas de Ingenierías, así como el estudio más cercano a la escuela, desde las Tecnologías de la Información y comunicación digital (TIC); se evidencia la necesidad de hacer la correspondiente revisión conceptual que, en el contexto mundial, se asumen como la directriz desde las cuales los países en su particularidad y contexto “diseñan” los programas curriculares para los campos de ciencias y tecnologías. Así, el contexto mundial se dispone de no pocas experiencias desde las cuales el modelo más reciente denominado Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas o STEM (por el acrónimo en lengua inglesa) y que se origina en los estudios e investigaciones de UNESCO (FLOTTS et al., 2016), gnz la declaración de Bolonia y el proyecto Tuning América Latina (GONZÁLEZ; WAGENAAR; BENEITONE, 2004) sobre competencias comunes de conocimiento acordados en el caso de Europa en la entrada del siglo XXI por 29 países que dada su condición de potencias educativas; se pusieron de acuerdo sobre la necesidad de la diversificación y el papel importante que para el desarrollo humano representa el estudio de las ciencias.

Reflexionar sobre la incorporación del modelo STEM en las escuelas, supone re-conocer la situación a partir del aporte de información que se ha obtenido a través del desarrollo de estudios internacionales como el informe MacKenzie (BARBER; MOURSHED, 2007) en el que participó Brasil a través de la presentación del sistema educativo del estado de Minas Gerais entre veinte sistemas educativos exitosos del mundo. Estos referentes que en el contexto mundial se contemplan como mínimo para hacer las definiciones curriculares y pedagogías de las disciplinas de ciencias, tecnologías y matemáticas, que se proponen como aspectos básicos de análisis para la transformación de la perspectiva instrumental de las tecnologías en la educación hacia la mirada conceptual y cognitiva de estos campos de conocimiento.

En el caso de Brasil, se puede identificar el compromiso del Ministerio de Educación con la enseñanza de la matemática, cuando se evidencia que a los profesores se les invita a lograr que su práctica pedagógica esté ligada al cotidiano de los estudiantes. En este sentido, los Parámetros Curriculares Nacionales de Matemática -PCN- destacan la necesidad de contextualizar la enseñanza con situaciones cotidianas

As necessidades cotidianas fazem com que os alunos desenvolvam capacidades de natureza prática para lidar com a atividade matemática, o que lhes permite reconhecer problemas, buscar e selecionar informações, tomar decisões. Quando essa capacidade é potencializada pela escola, a aprendizagem apresenta melhor resultado. (BRASIL, 1998, p. 37 – cursiva de los autores).

9 EN LA ESCUELA SE PUEDE PENSAR MÁS ACERCA DE LA(S) TECNOLOGÍA(S). ALGUNOS ASPECTOS HISTÓRICOS.

La pedagogía de la ciencia y la tecnología, desde el modelo que se considere válido de acuerdo al contexto, y con atención a las directrices que disponen los enfoques CTS y STEM, dejan sobre la mesa, la discusión en torno a que no basta con que las escuelas se llenen de computadores, equipos sofisticados y componentes tecnológicos diversos... Si niños, jóvenes y profesores no piensan desde la cultura científica y tecnológica para concebir un mundo más armonizado con el desarrollo de conocimiento y con el desarrollo humano; con información que provenga de la investigación y hacia la búsqueda de alternativas que permitan mejorar la calidad de la vida humana y aportar a cerrar las brechas de desigualdad que hoy se encuentran cada vez más marcadas en el mundo entre países ricos y pobres; de nada servirá la designación de valores importantes del PIB de cada país, hasta tanto se reconozca el papel de

transformación mental que supone apropiarse del lenguaje matemático característico de las situaciones que el mundo en la época actual de incertidumbre presenta y que no acepta los determinismos de la enseñanza clásica de la disciplina.

Por estas razones, en el mundo; docentes y estudiantes de algunas de las experiencias pedagógicas exitosas desde la década del 90 del siglo pasado entre las que se puede destacar el trabajo de David Layton (1988), quien durante varias décadas efectuó el rastreo necesario para identificar las innovaciones de la educación en ciencias y tecnología y las estrategias para identificar las totalidades y diversidades que las dos disciplinas representan para la escuela en las diferentes regiones del mundo y su aparición como parte del currículo básico de educación, [que aún hoy en varios países continua siendo un factor de duda hacia su vinculación pedagógica, o que se tiende a centrar en la implementación de la ofimática⁶]; con el objetivo de pensar la tecnología y la informática, estas iniciativas dieron origen al diseño de políticas educativas que perseguían en el mundo involucrar de manera apropiada el componente de la cultura tecnológica.

La formulación de estándares internacionales para la educación en tecnología e informática, señalan que hoy en la escuela es poca la reflexión que se efectúa sobre la tecnología, y constituye una paradoja el hecho de que se desarrollen congresos en diferentes contextos del mundo, en los que la reflexión tiende a ser la vinculación de herramientas digitales y de ambientes virtuales, no obstante las narrativas que posibilita la tecnología como campo de conocimiento y de la cultura actuales, no se consigue fácilmente poner como esencia de la educación de y desde la técnica; entre otros factores sensibles a este estudio; el humano (HEIDEGGER, 2007), a pesar que los niños y los jóvenes viven en un mundo completamente “tecnologizado” y que la sobreestimación de los potenciales de la tecnología en estos sectores, tiende a magnificar los alcances de los estudiantes en virtud de la relativamente escasa preparación y la velocidad relativa con la que algunos profesores deciden apropiarse de las tecnologías digitales o de la educación en ciencia y tecnología.

Para Layton, igual que para Quintanilla (2005), existen dos niveles de ciencia y tecnología; denominados posiciones “de dentro” y “de fuera” de las ciencias y las tecnologías. Así según el primer autor:

⁶La inclusión de la ofimática lamentablemente tampoco se ha efectuado de manera apropiada y en buena medida, la educación en tecnología, gracias a la falta de conocimiento de procesos y técnicas con los softwares tanto de office, como de libre office, terminan siendo accesorios y por lo mismo, desaprovechándose en su potencialidad en diferentes campos del conocimiento, ello muestra de nuevo, la necesidad de que los profesores de diferentes campos del conocimiento se apropien de estas técnicas y que no sean la exclusividad de un maestro de la disciplina.

En el caso de los alumnos adultos se ha observado que su interés por la ciencia y la tecnología guarda una estrecha relación con los contextos en que se encuentran. [...] existe una importante diferencia de puntos de vista entre los que están “dentro” de la ciencia, con una participación profesional, y los que están “fuera” (LAYTON, 1988, 18).

Lo enunciado muestra la importancia de educar para “hacer conocimiento” desde la ciencia y la tecnología, sobre la validez que tiene desde la escuela el descubrimiento y la invención. Pero toda la estructuración sobre la educación en ciencia y tecnología, como se ha insinuado, no es posible sin la participación de la dinámica cultural de los procesos educativos, en consecuencia, se tendría que aprender más sobre los “aparatos”, los “objetos”, los “artefactos”, los “procesos” y los computadores⁷ diseñados para facilitar las tareas de los humanos.

Aunque en el ámbito intelectual existe la discusión entre los expertos del enfoque STEM, respecto a si las ciencias experimentales y sociales, las tecnologías digitales y analógicas y las matemáticas constituyen disciplinas o si son ejes transversales; esta discusión que trae consigo la necesidad de construcción del estatuto epistemológico de las tecnologías particularmente, pone de manifiesto la urgencia tanto investigativa sobre los procesos de diseño curricular, como la necesidad de construir mecanismos de seguimiento al diseño de las políticas que hace más de dos décadas en el mundo determinaron la necesidad de educar con énfasis en ciencia y tecnología; pero que aún en muchos contextos del mundo se desconocen o se ignoran en su existencia y pertinencia, para que la temática se considere dentro de los planes de estudio, desde donde se pueden evidenciar los cambios; con proyectos de investigación pertinentes, se pueden analizar los avances, los resultados y es posible corregir aspectos que impiden el desarrollo de programas de educación en tecnología con los enfoques CTS y STEM.

10 LA EDUCACIÓN INFORMÁTICA DEBE MEJORAR

Aceptando que sea la perspectiva de las tecnologías de información y comunicación, como el enfoque (que ya se ha demostrado, no es el único); desde la informática educativa, se hace necesario reconocer que de acuerdo con la perspectiva de Daniel Mill, existe un “conjunto de conocimientos que permite às pessoas participar das práticas letradas mediadas por computadores e outros dispositivos eletrônicos no mundo contemporâneo” (BAZUTO, *apud* MILL 2013, p. 52)

⁷ Como ha sido insinuado, lamentablemente el componente computacional, desde su precario uso en los ambientes virtuales se ha caracterizado en la incorporación de la tecnología en la educación, sin embargo, los alcances de un estudio orientado al análisis de la ciencia, de la tecnología, de la técnica puede considerar aspectos de tipo funcional y de los principios físicos que se encuentran a la base de la producción de computadores, así como su representatividad en la cultura.

Este conjunto, en acuerdo con Coscarelli y Corrêa (2018), en la escuela se refiere al requerimiento del denominado por los investigadores “*Letramento Digital*”, en otros contextos anglosajones reconocido como *Digital Literacy* y para el caso de la lengua castellana “alfabetización o alfabetismo digital”. Aunque la sociedad tradicionalmente se preocupa más por las tecnologías de la información y su vinculación en la educación; el manejo “adecuado” y “educado” de estas tecnologías, de los computadores y de las redes; continúa siendo precario y aún muestra sesgos de una enseñanza de contenidos de computación que distan de la implementación de formas para identificar la utilidad de aprender lenguajes de programación tanto de nivel básico, como de nivel avanzado. En el caso de que la escuela se decida a aceptar el desafío de la informática educativa que demanda el mundo; requiere apreciar el valor del lenguaje matemático vinculado a los lenguajes de programación, especialmente porque los estudiantes en el caso latinoamericano según los informes de pisa 2015 (OCDE, 2016) y *terce*⁸ (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN Y LA CULTURA; TERCE, 2016), presentan dificultades en el desarrollo de habilidades para interpretar y comunicar tanto la estructura de los problemas, como la solución que los estudiantes pueden brindar para aquellos. Debe entenderse así que la tecnología y la informática, aunque están en todas las disciplinas del conocimiento, obedecen a la necesidad de la lógica para su implementación efectiva y que en consecuencia, se demanda de la formación en lenguajes de programación desde los primeros años, a partir del reconocimiento de experiencias válidas y validadas en diferentes contextos del planeta⁹.

Un cambio relativamente permanente de la conducta y de la actitud de estudiantes y profesores hacia el aprendizaje de las ciencias y las tecnologías, no se puede explicar por un estado transitorio o momentáneo del ingreso al aula de los “contenidos” curriculares de disciplinas que exigen la disposición del laboratorio y de la actitud experimental, como la biología, la química y la física que tienen por tradición la tendencia a obtener respuestas innatas y

⁸ TERCE es el acrónimo del Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo que se desarrolló en 2015 por el laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación, para identificar entre 15 países de América Latina los factores de logro en el aprendizaje de lectura, escritura, matemáticas y ciencias naturales.

⁹ Algunas de las experiencias significativas que se encuentran en el mundo en la implementación de lenguajes para el desarrollo de habilidades de programación desde la escuela infantil, han sido localizadas geográficamente en Estados Unidos en su programa curricular K-12 y en el caso europeo países como Dinamarca, Alemania, Bulgaria, Chipre, República Checa, Grecia, Irlanda, Italia, Lituania, Polonia y Portugal y en el caso latinoamericano, se puede identificar como de interés el trabajo que ha venido desarrollando Chile con el desarrollo de la Programación y del Pensamiento Computacional, que proviene del mundo académico, de la investigación y que ha sido desarrollado en el departamento de ciencias de la computación de la Universidad de Chile. Estas experiencias, se pueden considerar significativas, en la medida en que se ha conseguido que escuelas y profesores incorporen los lenguajes de programación de manera directa en el diseño curricular de las diferentes disciplinas y para ello, se han vinculado desde los primeros años de educación, herramientas como *Micromundos* y *Scratch*, de código abierto. En esta misma línea existen en Brasil y en Colombia experiencias que lamentablemente no han conseguido ser expandidas como requerimiento para que docentes y estudiantes de manera convincente se apropien de las herramientas de aprendizaje que los lenguajes de programación les puede brindar.

dadas a las problemáticas con que se enfrentan los estudiantes en el proceso pedagógico, en el marco del fenómeno cognitivo denominado por Goel Y Pirolli (1992) “los problemas débilmente estructurados” que tienden a dificultar el aprendizaje y la disposición de los estudiantes a su apropiación. Deben entonces necesariamente valorarse factores y características como el modelo metodológico aplicado en el aula, el estadio de cognición de los estudiantes, el tipo de evaluación implementada en el seguimiento del aprendizaje.

Cabe la reflexión de que no solo las disciplinas que por tradición se identifican con el quehacer de los laboratorios experimentales; se encuentran sometidas a su consideración también como elementos susceptibles de experimentación, las disciplinas que implementan la informática y la programación como disciplinas de conocimiento que se desarrollan también en “laboratorios”¹⁰ especializados para ello.

El desarrollo de actitudes positivas hacia la experimentación, la identificación de dificultades para lograr el aprendizaje de los estudiantes, la solución de problemas y el discurso de las competencias del siglo XXI (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN Y LA CULTURA; CYNTHIA LUNA SCOTT, 2015), en suma, son retos que nos muestran que se debe apropiarse desde la escuela y de manera efectiva la cultura de la ciencia como modo de vida para aprender a leer el mundo, en la medida en que como se ha expresado a lo largo de este documento, y si se acepta como ha sido insinuado, es el reto o el “desafío” de la escuela. La habilidad más importante que posee el ser humano es la de solucionar problemas. En consecuencia, a los procesos educativos del mundo, cabe hacer la pregunta: ¿Cómo se puede potenciar la habilidad de los estudiantes para solucionar problemas? Y la respuesta es simple: se debe lograr que aprender matemáticas y ciencias básicas sea atractivo para los estudiantes.

Las “hazañas” que ha permitido el desarrollo de la ciencia y la tecnología y que han transformado de manera radical las características de la naturaleza, adoptan manifestaciones de avance de la especie humana que van desde la creación de la agricultura, hasta la exploración espacial y con el mismo poder; hasta el retroceso de poder para eliminar la propia existencia. Llama la atención el que en contextos como Latinoamérica o África en forma sostenida el fomento a la investigación y la enseñanza científica básica representado en el diseño de currículos que se pretende den respuesta a necesidades foráneas¹¹;

¹⁰ De allí se entiende que en la escuela se haya adoptado el lenguaje que hoy es prácticamente institucionalizado y apropiado por los estudiantes, que en particular emociona a los más pequeños. La idea de ir al laboratorio de “Informática”, “Sistemas”, “Computación”; emoción que la escuela como centro de aprendizaje debería estar en condición de administrar en favor del aprendizaje.

¹¹ Necesidades que comúnmente son el reflejo de intereses de tipo político y que se manifiestan en la coyuntura de la época de elecciones y/o de partido y en la angustia por aceptación en los círculos de la política internacional, con primacía en la forma tercermundista que caracteriza la distribución del poder y el desarrollo a escala humana en los continentes latinoamericano y africano. (MAX NEEF, 1993)

desde la gestión del PIB asignado a este tipo de rubros, reciba cuestionamientos al interior de las clases gubernamentales y en consecuencia, el debilitamiento y declive de los aportes de la ciencia producida en estos países, de cara al posicionamiento en la carrera mundial de producción de conocimiento científico. Algunos políticos y diseñadores de política pública incluso han manifestado de manera abierta en contextos de gobernanza, que las ciencias se deben dejar a los países desarrollados.

En el planeta las diferencias que se presentan entre los gobernantes, los gestores de políticas públicas y las sociedades de científicos; hoy se evidencia por la brecha que tiende a crecer y a volverse cada vez insalvable entre ricos y pobres, con lo cual se afecta la credibilidad en los países, particularmente de aquellos que poseen políticas de ciencia, innovación y desarrollo emergentes. En 2016 y en el marco del desarrollo de una entrevista efectuada al primer ministro de Canadá Justin Pierre James Trudeau; se le indagó por su saber sobre la computación cuántica¹², indagación por la que se ofreció una lección de pertinencia debido a la científicidad de su exposición y de pedagogía por la accesibilidad de la respuesta para todos los públicos¹³.

Debido a esta pérdida de interés e importancia hacia la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y la tecnología desde el diseño de políticas públicas vinculadas al currículo básico en la escuela, que se caractericen por su calidad; muestran los resultados y la relativa poca efectividad de estas políticas, se miden tanto en el aprendizaje de las ciencias en los exámenes de tipo censal como PISA, TIMS, Y PERCE; al igual que en problemáticas de tipo infraestructural por las que la ingeniería latinoamericana se pone en cuestión alrededor del mundo. Son suficientemente conocidos los casos de obras de infraestructura que han recibido desde su planeación (en los planos) premios de diseño, de arquitectura o de ingeniería y que sin embargo durante su materialización terminan en tragedias que han comprometido la vida y los intereses económicos de comunidades enteras.

En el campo educativo se presenta un fenómeno masivo de importación de soluciones a problemas que en ocasiones la escuela no posee, pero que sí aparecen con la adquisición de materiales para las cuales la infraestructura de la escuela rural latinoamericana no se encuentra suficientemente preparada; es este el caso de la adquisición en varios países del continente, del programa “*One laptop per child*” de origen norteamericano y que responde a procesos de investigación de Negroponte, pero que no por ello se asumen, apropiados en la claridad entre los profesores en su aspecto técnico (los problemas de software y programación), adicional a las debilidades en el manejo de la se-

¹² Es importante aclarar que el primer ministro de Canadá posee formación de base en literatura, se ha desempeñado como profesor de francés, ciencias y matemáticas a nivel de educación básica.

¹³ Ver: <https://youtube.com/watch?v=Eak_ogYMprk>. Acceso em: 10 fev 2018

gunda lengua y todas las dificultades que trae esta dificultad; así, finalmente la adquisición de equipo sin la asesoría y acompañamiento permanente a la práctica técnica y pedagógica, no sirven a los propósitos con los que las adquisiciones inicialmente se efectúan, pero que aun así, las políticas educativas y los gestores de las mismas, defienden como cumplimiento y ejecución de la gobernabilidad.

En el marco de construcción de políticas públicas en educación se perciben falencias en la concepción teórica, pedagógica y política de planes, programas y proyectos de gobierno que por su orientación permanente a la prueba “ensayo y error”; han mostrado la importancia de adoptar metodologías validadas científicamente y probadas en su coherencia y cohesión, pero que para muchos sectores de la sociedad resultan extenuantes; constituyen entre otras, manifestaciones de la necesidad de educar en ciencia y tecnología.

11 CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MATEMÁTICAS. LA LENGUA QUE SE DEBERÍA APRENDER EN TODAS LAS ESCUELAS

Son múltiples los retos y desafíos que la humanidad hoy enfrenta y que se vislumbran de necesaria confrontación en el inmediato plazo, así como de disposición para ser atendidos en los diferentes contextos del planeta; entre estos retos, se encuentran las enfermedades que se provocan masivamente o pandemias desde laboratorios tales como el virus AH1N1, el ébola que tratan de interrumpir las formas de las hélices de información del código genético y que solo se pueden contrarrestar a través del diseño de otros nuevos lenguajes que en la aplicación de la computación cuántica consigan desviar la información hacia otros bancos. Al incorporarse en la información genética; a los sistemas les resulta imposible destruir la información maliciosa; a lo sumo, es posible depositarla en cadenas de información que no se encuentran directamente relacionadas con el sistema y a través de esta lógica, “engañar” los algoritmos con los que se distribuyen los virus tanto en redes mundiales de computadores, como en redes y sistemas humanos.

Las grandes revoluciones tanto científicas como de la información y de las comunicaciones, fueron posibles gracias a que genios como Isaac Newton, Gottfried Leibniz, Carl Friedrich Gauss, Leonard Euler, Jean-Baptiste Joseph Fourier, entre otros, como los matemáticos más notables de la humanidad y desde la antigüedad y hasta ahora; se comprometieron con el desarrollo del álgebra, de la trigonometría, del cálculo diferencial y de las sucesiones y series, en suma, de la lógica. Esta disposición, indiscutiblemente provino de una forma de divertimento intelectual, que debe ser hoy la característica de

la formación en ciencias y matemáticas; es decir, se trata de lograr que los niños disfruten con el aprendizaje que se les brinda en las escuelas, y que el conocimiento de las matemáticas, por tradición abordado de manera árida y descontextualizado, pueda ser diametralmente transformado y este reto solo será posible en cuanto se supere la mirada memorística y que los profesores, no dejen de estudiar.

Aspectos que son el diario vivir en el uso de artefactos como los computadores, las redes sociales, los teléfonos inteligentes; el movimiento de la bolsa de valores y el posicionamiento de satélites que tienen como misión la búsqueda de condiciones para la vida inteligente en otros mundos; tienen detrás de sí un andamiaje enorme y complejo de lenguajes matemáticos de los cuales, el ciudadano de a pie no se percata, ni se preocupa; sólo hasta cuando el servicio de red (digital o analógica) muestra sus debilidades. En el mundo el arreglo terminológico “tecnologías de la información y las comunicaciones” -TIC- constituye la cotidianidad del mundo de la vida y es el segmento de análisis social (UNESCO, 2013; CLARO, 2010) con mayores índices y referencias de académicos y de procesos pedagógicos, que atienden a la lucha ideológica entre defensores y detractores de la implementación de los medios digitales a la educación, y resulta de tal cotidianidad, que incluso los gobiernos tienen divisiones y asesores dentro de los ministerios que son encargados de este factor de gestión.

No obstante, como ha sido insinuado, para efectos del diseño pertinente de las políticas públicas, sorprende el escaso o nulo conocimiento que muchos de los gestores de aquellas políticas pueden evidenciar sobre la eficacia, la efectividad y la eficiencia de los sistemas de aprendizaje en línea, que traen consigo la lectura del lenguaje matemático, y aún resulta de mayor sorpresa que asesores en este aspecto, no respondan a la formación disciplinar y pedagógica que las TIC en la educación demandan en la apropiación de temas como programación básica orientada a objetos y lógica discreta, cuyo algoritmo es la base de una de las fortunas matemáticas de mayor impacto social en la historia actual y futura, se le debe a la implementación del algoritmo de búsqueda y organización de información creado por el matemático británico Edward Kasner (KASNER; NEWMAN, 1994) y denominado gúgolplex y que hoy es el lenguaje del que se conoce como el motor de búsqueda más implementado del planeta, “Google”.

12 CONSIDERACIONES DE CIERRE

Las perspectivas de aprendizaje de la ciencia y la tecnología, su vinculación como campo de conocimiento al diseño curricular básico desde los primeros

niveles de formación, constituye hoy un poderoso pretexto para aportar a la construcción de sociedades más democráticas en Latinoamérica. Si se acepta que democracia es participación, es claro que se demanda la apropiación y empoderamiento de modelos y criterios que, aunque sean foráneos, han mostrado su efectividad y pertinencia en otras latitudes del planeta y enseñan que las matemáticas dentro de las ciencias naturales y sociales, así como dentro de las tecnologías, constituyen el lenguaje que caracteriza estos campos de conocimiento.

La agenda internacional de objetivos de desarrollo sostenible constituye una oportunidad para que desde la educación en el mundo se efectúen aportes significativos, pero fundamentalmente; contextualizados, que permitan en la escuela superar el obstáculo epistemológico que representa la confusión entre los conceptos básicos de ciencia y su correlación con la innovación; pero de idéntica forma esclarecer el imaginario social que pone a estas categorías como equivalentes. Por su parte, lo propio que acontece con el equívoco de equipar a la tecnología con la ciencia o de concebir a la primera como “aplicación” de la segunda, equívocos que con escala diferencial en el perjuicio por permitir que estos equívocos hayan crecido; trae consigo los resultados aquí descritos cuando se trata de definir la agenda de políticas de educación, ciencia, tecnología e innovación, que por ingenuidad epistemológica, metodológica y de desconocimiento del lenguaje matemático, terminan poniéndose en “un mismo rasero”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBER, M.; MOURSHED, M. **Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor desempeño del mundo para alcanzar sus objetivos**: Informe McKinsey & Company. 1. ed. Buenos Aires: PREAL, 2007. v. 1. Disponible em: <http://www.preal.org/publicacion.asp>. Acceso em: 02 fev. 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática. Brasília: MEC; SEF, 1998. v. 1.

BRUNER, J. **Realidad y Mundos posibles**. Méjico: Fondo de Cultura Económica, 1995. v. 1.

_____. **La Educación, puerta de la cultura**. Madrid: Visor, 2000. v. 1.

BRUNNER, J. J. Educación al encuentro de las nuevas tecnologías. In: BRUNNER, J. J.; TEDESCO, J. C. (org.). **Las nuevas Tecnologías y el futuro de la educación**. 1. ed. v. 1. Buenos Aires: UNESCO, 2003, p. 15-67. v. 1. Disponible em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001423/142329so.pdf>. Acceso em: 30 set. 2015.

BUCH, T. **El Tecnoscopio**. Buenos Aires: Siglo XXI, 2003.

CLARO, M. **La incorporación de Tecnologías digitales en educación: Modelos de Identificación de Buenas Prácticas**. 1. ed. Santiago de Chile: CEPAL, 2010. v. 1. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3772/1/S2010481.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2015.

COLL, C. et al. **Los contenidos de la reforma "Enseñanza y Aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes"**. 1. ed. v. 1. Madrid: Grao, 1992. v. 1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/31693844_Los_contenidos_en_la_reforma_y_aprendizaje_de_conceptos_procedimientos_y_actitudes_C_Coll_et_all. Acesso em: 10 maio 2015.

CONFERENCIA MUNDIAL SOBRE LA CIENCIA, 1., 1999, Budapest, Hungría. **La Ciencia para el Siglo XXI. Un Nuevo Compromiso ...** París: UNESCO, 2000. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001229/122938so.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2018.

COSCARELLI, C.; CORRÊA, H. Letramento Digital. In: MILL, D. (org.). **Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância**. 1. ed. Campinas: Papyrus, 2018. p. 385-386. v. 1.

ECHEVERRÍA, J. **Filosofía de la Ciencia**. 1. ed. Barcelona: Akal, 1995. v. 1.

ELLUL, J. **The Technological Society**. 1. ed. New York: Vintage Books, 1973. v. 1.

FLOTTS, M. P. et al. **Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo - TERCE: Aportes para la Enseñanza de la Matemática**. 1. ed. Chile: UNESCO, 2016. v. 1. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002448/244855S.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2018.

GIROUX, H. **Los profesores como intelectuales: Hacia una pedagogía crítica del Aprendizaje**. Barcelona: Paidós, 1990. v. 1.

_____. Teorias De La Reproduccion Y La Resistencia En La Nueva Sociologia De La Educacion: Un Analisis Critico. **Cuadernos Políticos**, México, n. 44, editorial Era, p. 36-65, jul./dez.1985. Disponível em: <http://www.cuadernos-politicos.unam.mx/cuadernos/contenido/CP.44/cp.44.6.%20HenryAGiroux.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2018.

GOEL, V.; PIROLI, P. The Structure of Design Problem Spaces. **Cognitive Science**, Berkeley, v. 1, n. 16, p. 395-429, jul. 1992.

GONZÁLEZ, J.; WAGENAAR, R.; BENEITONE, P. Tuning - América Latina: Un proyecto de las Universidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, v. 1, n. 35, p. 151-164, mai. 2004. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/documentos/rie35a08.htm>. Acesso em: 02 jul. 2018.

HEIDEGGER, M. **La Pregunta por la Técnica**. Barcelona: Ediciones Folio S.A. Barcelona, 2007. v. 1.

_____. **De camino al habla**. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1987. v. 1.

HILGENHEGER, N. **Johann Herbart**: Norbert Hilgenheger. 1. ed. Recife: Massangana, 2010. v. 1. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4672.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018

HORKHEIMER, M. **Crítica de la Razón Instrumental**. 2. ed. v. 1. Buenos Aires: SUR, 1973.

KANT, I. **Tratado de Pedagogía**. Bogotá: Rosaristas, 1985.

_____. O que é o esclarecimento. In: **Textos seletos**. Tradução de Raimundo Vier. 4. ed. Petropolis: Vozes, 2010.

KASNER, E.; NEWMAN, J. **Matemáticas e Imaginación**. Barcelona: Biblioteca Científica Salvat, 1994. v. 2.

LAYTON, D. **Innovaciones en la Educación en Ciencias y Tecnología**. 1. ed. París: UNESCO, 1988. v. 2.

LÓPEZ CERREZO, J. A. Ciencia, Tecnología y Sociedad: El estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, Barcelona, n. 18, p. 42 – 68, set. 1998. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=147532>. Acesso em: 12 dez. 2011.

LUIZ BERTOLDO, H.; MILL, D. Tecnologia. In: MILL, D. (org.). **Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância**. 1. ed. Campinas, SP: Papirus, 2018. p. 596-606. v. 1.

MÁRQUES GRAELLS, P. R.; ÁLVAREZ CÁNOVAS, I. El Currículum bimodal como marco metodológico y para la Evaluación: Principios básicos y mejoras obtenidas en aprendizajes y rendimiento de los estudiantes. **Educar**, Barcelona, v. 50, n. 1, p. 149-166, jan. 2014. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5045766>. Acesso em: 02 jul. 2018.

MARX, L. Technology: The Emergence of a Hazardous Concept. **Technology and Culture**, Georgetown, v. 51, p. 561-567, jul. 2010. Disponível em: <http://faculty.georgetown.edu/irvinem/theory/marx-TC-2010-52.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2018.

MAX-NEEF, M. **Desarrollo a Escala Humana**: Conceptos, Aplicaciones y algunas Reflexiones. Montevideo: Icaria Editorial, 1993. v. 1.

MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**: Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública. 1. ed. Barcelona: Anthropos Research & Publications, 1998. v. 1.

MILL, D.; JORGE, G. **Sociedades Grafocêntricas digitais e Educação**: sobre letramento, cognição e processos de inclusão na contemporaneidade. In: MILL, D. (org.). *Escritos sobre Educação*. 1. ed. São Paulo: Paulus, 2013. v. 1. p. 39-71.

_____.; SANTIAGO, G. **Ambientação e Letramento Digital**. 1. ed. São Carlos: Pixel, 2016. v. 1.

MITCHAM, C. De la Tecnología a la ética: experiencias del siglo veinte, posibilidades del siglo veintiuno. **Rev. iberoam. cienc. tecnol. soc.** Ciudad Autónoma de Buenos Aires, v. 2, n. 5, p. 167-176 mai. 2005.

MORENO DURÁN, A.; RAMIREZ, J. E. **Pierre Bourdieu Introducción Elemental**. Bogotá: Panamericana, 2006. v. 1.

MUMFORD, L. **El Mito de la Máquina**. Técnica y Evolución Humana. 1. ed. Logroño: Pepitas de Calabaza, 2010. v. 1.

NOVAK, J. Ayudar a los alumnos a aprender como aprender. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 9, n. 3, p. 215-228, 1991. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39895/93142>. Acesso em: 25 abr. 2010.

OLIVÉ, L. **La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento**: Ética, política y epistemología. 1. ed. Méjico: Fondo de Cultura Económica, 2007. v. 1.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN Y LA CULTURA UNESCO; SCOTT, S. C. (org.). **El futuro del Aprendizaje 2**. Qué tipo de Aprendizaje se necesita en el Siglo XXI? 1. ed. París: UNESCO, 2015. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002429/242996s.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2016.

_____.; ESCUELAS ASOCIADAS. (org.). **Escuelas en Acción**: Ciudadanos del mundo para el desarrollo sostenible. 1. ed. París: UNESCO, 2017. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002485/248527s.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2017.

_____.; OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE. (org.). **Desglosar el objetivo de desarrollo sostenible 4**: Guía Educación 2030. 1. ed. París: UNESCO, 2016. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300s.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2017.

_____.; OFICINA REGIONAL DE EDUCACIÓN PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. (org.). **Enfoques estratégicos sobre las TICS en Educación en América Latina y el Caribe**. 1. ed. Santiago de Chile: UNESCO, 2013. Disponível em:

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticesp.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2014.

_____.; TERCE. (org.). **Aportes para la enseñanza de la Matemática**. 1. ed. Santiago de Chile: UNESCO, 2016. v. 1. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002448/244855S.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2017.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO; SCHLEICHER, A. (org.). **Pisa 2015: PISA Resultados Clave**. 1. ed. París: OCDE, 2016. v. 1. Disponível em: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>. Acesso em: 16 out. 2016.

ORTEGA Y GASSET, J. **Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía**. Barcelona: Alianza, 2000.

PINTO, A. V. **O conceito de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Editorial Contraponto, 2013.

QUINTANILLA, M. A. **Tecnología: Un Enfoque Filosófico y otros ensayos de Filosofía de la Tecnología**. 1. ed. Méjico: Fondo de Cultura Económica, 2005. v. 1.

SANMARTÍN, J. et al. (org.). **Estudios sobre Sociedad y Tecnología**. 1. ed. Barcelona: Anthropos; Promat; S Coop. Ltda, 1992. v. 1.

SAGAN, C. **El Cerebro de Broca**. 8. ed. Nueva York: Grijalbo, 1984. v. 1.

SCHÖN, D. **El Profesional Reflexivo: Cómo piensan los profesionales cuando actúan**. 1. ed. Barcelona: Paidós, 1998. v. 1.

_____. **La Formación de Profesionales Reflexivos**. Barcelona: Paidós, 1992. v. 1.

TECNOLOGÍAS Campesinas de Los Andes: Primer Seminario Internacional de Rescate y Sistematización de Tecnologías Campesinas Andinas. 1. ed. Lima: Horizonte, 1988. v. 1. Disponível em: <http://www.pratecnet.org/pdfs/Tecnologias-campesinas-de-los-andes.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2015.

TONUCCI, F. **¿Enseñar o Aprender? La Escuela como investigación quince años después**. 1. ed. Barcelona: Graó, 1990. v. 1.

WEBER, M. **Economía y Sociedad: Esbozo de sociología comprensiva**. 2. ed. Barcelona: Fondo de Cultura Económica, 2002. v. 1.

ZIMMERMAN, B. J. **Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models**. In: SCHUNK, D. H.; ZIMMERMAN, B. J. (ed.). **Self-regulated learning from teaching to self-reflective practice**. London: Guilford Press, 1998. p. 1-19.