

PROPOSITION DE PROJET DE RECHERCHE
DOCTORAT EN INFORMATIQUE COGNITIVE – UQAM

Interfaces culturelles pour environnements d'apprentissage en ligne – Cas du système *Virtuale* du Centre Universitaire Feevale au Brésil

Par: *Marine Terezinha da Silva Bello Flores*

Directrice de recherche : *Aude Dufresne, Université de Montréal*

Codirecteur de recherche : *Ghislain Lévesque, UQAM*

Septembre 2006

Sommaire

Résumé	4
1. Problématique	5
1.1 Introduction.....	5
1.1.1 Mise en contexte	5
1.2 Motivation	6
1.3 État de la question et problématique de recherche	10
1.4 Objectif	12
2. État de l'art	13
2.1 Volet informatique	13
2.1.1 Interface	13
2.1.2 Interation homme-machine	13
2.1.3 Ergonomie.....	13
2.1.4 Utilisabilité	15
2.1.5 Méthode et critères d'évaluation de l'utilisabilité.....	15
2.1.6 Ontologies	18
2.1.7 Web sémantique	25
2.1.8 Web sémantique et systèmes d'apprentissage en ligne	25
2.1.9 Hypermédia.....	27
2.1.10 Hypermédia adaptatif.....	27
2.1.11 Hypermédia adaptatif pour l'apprentissage	27
2.1.12 Méthodologie de développement des systèmes hypermédias.....	28
2.2 Volet cognitif.....	32
2.2.1 Introduction	33
2.2.2 Culture.....	33
2.2.3 Sémiotique	41
2.2.4 Interface	42
3. Proposition	42
3.1 Introduction.....	42
3.2 Hypothèse et cheminement méthodologique.....	42
3.3 Méthodologie.....	42
3.4 État d'avancement des travaux.....	42
3.5 Prochaines étapes.....	42
3.6 Originalité et contribution	42

3.7	Obstacles encore à franchir	42
4.	Références bibliographiques	42

Résumé

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication sont responsables pour plusieurs des changements dans la société contemporaine, en affecte notamment la façon d'enseigner et d'apprendre. Les méthodes d'apprentissage sur le Web se trouvent aujourd'hui de plus en plus incorporées aux processus d'acquisition des connaissances. En ce moment, en plus de méthodes traditionnelles d'enseignement, en personne, il y a aussi l'enseignement à distance, omniprésente, avec l'arrivée du Web. En raison de la progression du commerce électronique, la formation à distance augmente de façon significative partout à travers le monde. Cette augmentation découle en grande partie du développement des environnements d'apprentissage en ligne qui deviennent de plus en plus adaptables aux profils des utilisateurs. En revanche, pour ce qui est du profil culturel, ces environnements ne privilégient pas encore le design des interfaces adaptées. Les utilisateurs de différents pays ont des cultures distinctes. Ils ont aussi des perceptions et des styles de vie différents. Certaines études affirment que la distance culturelle dans le design des interfaces affecte la confiance et interfère avec l'interaction des utilisateurs. Ceci, nous a motivée à développer un projet de recherche dont l'objectif est de concevoir un modèle conceptuel d'interface intégrant les éléments de la culture des utilisateurs et permettant d'adapter les interfaces des environnements d'apprentissage en ligne au profil culturel des utilisateurs favorisant ainsi leur utilisabilité. Car dans ces environnements d'apprentissage, la qualité des interactions des utilisateurs est assez importante pour justifier ces besoins.

Mots-clés : Environnement d'apprentissage en ligne, interface, ontologie, culture, utilisabilité.

1. Problématique

1.1 Introduction

N'étant qu'un outil de médiation entre l'utilisateur et la connaissance, les systèmes pour l'apprentissage sur le Web se trouvent aujourd'hui de plus en plus incorporés aux processus d'acquisition de la connaissance. C'est en raison de cela que la formation à distance augmente de façon significative partout dans le monde. Cette augmentation est due en grande partie à la croissance des environnements d'apprentissage en ligne¹, qui deviennent de plus en plus adaptables aux profils des utilisateurs, favorisant ainsi l'acquisition des connaissances.

Le processus de développement des environnements d'apprentissage en ligne diffère du processus de développement logiciel traditionnel, parce qu'il comprend des équipes multidisciplinaires ayant pour objectif de répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs. Ce processus nécessite des équipes spécialisées comprenant des professionnels tels : des pédagogues, des psychologues, des anthropologues, des sociologues, des analystes de systèmes, des ergonomes, des concepteurs de pages Web, des administrateurs de sites Web, des programmeurs, des techniciens responsables de la sécurité sur le Web, des personnes liées à la commercialisation, etc. Pour ces raisons, la conception d'environnements d'apprentissage en ligne adaptable aux profils des utilisateurs cesse d'être une simple tâche, pour se transformer en tâche complexe, devenant un défi à relever.

L'hétérogénéité des utilisateurs de ces environnements se constate à plusieurs niveaux; les aspects qui distinguent ces utilisateurs sont principalement : leurs buts, leurs connaissances, leurs compétences, leurs préférences, et on pourrait également mentionner leurs perceptions culturelles. Avec le but de créer des systèmes en ligne qui soient suffisamment adaptés aux besoins et aux caractéristiques individuelles de l'apprenant, de nouvelles technologies sont actuellement mises en place.

Une composante importante des environnements d'apprentissage en ligne est l'interface, car c'est dans celle-ci que se trouvent réunis tous les éléments du système avec lesquels nous communiquons. Par sa spécificité, l'interface doit être comprise comme étant la partie d'un système avec laquelle une personne entre en contact d'une façon physique, perceptive et conceptuelle (Moran, 1981). C'est elle qui permet de visualiser et d'accéder au contenu, qui détermine le type d'interactions qui s'établit entre l'utilisateur et l'information. L'interface est constituée de dispositifs logiques et aussi d'objets visuels qui favorisent la communication; et c'est par le biais de l'interface que les utilisateurs peuvent accéder aux fonctions du système telles que : créer, enregistrer, effacer des données, etc.

La nécessité d'avoir des interfaces aux environnements d'apprentissage en ligne plus adaptables au profil des utilisateurs découle de la globalisation, des échanges, de la révolution des technologies de l'information, de l'augmentation et de

l'hétérogénéité des utilisateurs. Dans cette recherche, l'adaptation au contexte culturel est présentée de façon multidimensionnelle, en intégrant les aspects culturels aux dimensions techniques de conception d'interfaces. La mise en page d'interfaces dans l'environnement d'apprentissage en ligne doit permettre de changer la disposition, les métaphores, les images, les animations, les sons, les vidéos, et de façon générale le multimédia, le parcours du regard, la navigation, etc.; elles devraient être adaptées à la culture des utilisateurs avec un souci d'utilisabilité².

Certaines recherches constatent que l'adaptation d'une interface ne se limite pas seulement à la traduction d'un texte vers la langue des utilisateurs, mais ajoute également les couleurs, la disposition de texte, les symboles, les graphismes, les fonctionnalités, etc., qui font partie des préférences culturelles des utilisateurs par rapport aux interfaces (Boor et Russo, 1993). Les symboles (les mots, les gestes, les images ou les objets), les héros, les rituels et les valeurs sont les manifestations de la culture (Hofstede, 1991). Ces manifestations culturelles devraient être représentées dans les interfaces de l'environnement d'apprentissage en ligne, afin que les utilisateurs puissent avoir des interfaces plus conviviales.

1.1.1 Mise en contexte

L'apprentissage à distance s'est généralisé partout par le biais des environnements d'apprentissage en ligne. Cependant, au fur et à mesure de la progression de ces systèmes à travers le monde, les utilisateurs vivant dans d'autres pays et dans d'autres cultures, ont beaucoup de difficultés à comprendre les interfaces, en particulier dans les pays de l'Est. Une étude a observé plusieurs difficultés chez ces utilisateurs à s'adapter aux systèmes destinés à une culture différente de la leur. Les groupes culturels dans les pays occidentaux les plus développés, tels que les États-Unis, le Canada et certains pays d'Europe, produisent aujourd'hui la majorité des systèmes d'apprentissage en ligne. Cependant, la plus grande partie des groupes d'utilisateurs vivent dans les pays de l'Amérique latine, de l'Afrique, en Chine, en Inde et au Japon, selon les informations diffusées sur le Web³. La plupart des interfaces des environnements d'apprentissage en ligne ne sont pas adaptées aux aspects culturels des utilisateurs. C'est cela qui rend difficile leur apprentissage tout en augmentant la charge mentale requise des utilisateurs. Ce fait est particulièrement nuisible dans un contexte cognitivement plus difficile comme celui-ci de l'apprentissage à distance.

Les recherches sur la culture ont démontré que le comportement des personnes est fortement lié à la culture à laquelle elles appartiennent. Chaque personne porte en elle des façons de penser, de sentir et d'agir, qui sont innées et qui proviennent de la culture où elles s'insèrent. Selon Hofstede (1980), le comportement des personnes est conditionné par les modèles mentaux acquis selon leur culture; ces modèles, sont constitués d'après leur vision du monde. Ainsi, pour cet

¹ e-learning

² On utilise tout au long de ce document le terme « utilisabilité » comme la traduction de l'anglais « usability ».

auteur, la culture est perçue comme étant une sorte de programmation de l'esprit qui se produit dans le milieu social dans lequel la personne grandit et acquiert ses expériences. Du point de vue d'Hofstede, la culture est émerge comme une programmation collective de l'esprit, qui permet de distinguer les membres d'un groupe par rapport à ceux d'un autre.

La conception des interfaces des systèmes informatisés entraîne de nouveaux défis qui vont bien au-delà de l'effectivité de la puissance du système, si l'on veut offrir des éléments qui pourront contribuer à la satisfaction des utilisateurs. C'est-à-dire que lors du développement des interfaces, les aspects culturels doivent être pris en considération, car le contexte culturel demeure indissociable des utilisateurs, qui sont aujourd'hui multiples.

En ce que concerne la présence d'éléments culturels dans les interfaces des systèmes informatisés, plusieurs recherches démontrent l'importance d'un volet culturel dans les interfaces. Les chercheurs tels que : [Evers et Day (1997), Badre et Barber (1998), Choong et Salvendy (1998), Evers (1998, 1999, 2001a, 2001b, 2002), Marcus et Gould (2000), Marcus (1994, 2000 et 2001), Cyr (2004), Cyr et Trevor-Smith (2004)], soulignent par leurs recherches l'importance des éléments propres à la culture des utilisateurs dans les interfaces. Ils démontrent que les utilisateurs des systèmes informatisés ont tendance à manifester leur sensibilité culturelle dans leurs interactions avec l'interface. Ces études indiquent que la compréhension des interfaces est inévitablement liée aux modèles culturels que les utilisateurs partagent, car la culture est une variable qui prédétermine les préférences et les comportements de la façon avec laquelle les personnes communiquent.

Evers et Day (1997), dans leurs études, ont constaté que les personnes de cultures différentes possèdent différents modèles culturels de comportement, de communication, d'interaction et de compréhension, quand elles interagissent avec les interfaces. Dans leurs recherches, ils ont constaté non seulement des différences culturelles face aux interfaces entre les Asiatiques et les Australiens, mais aussi que des différences significatives existent entre les groupes asiatiques eux-mêmes, plus spécifiquement entre les Indonésiens et les Chinois.

Choong et Salvendy (1998), dans leurs recherches, ont noté des différences significatives par rapport aux perceptions visuelles entre les utilisateurs de deux groupes : les Chinois et les Étatsuniens. Selon leurs études, les Chinois, en raison de la nature pictographique de leur écriture, ont de meilleures performances avec les interfaces graphiques et iconiques, alors que les Étatsuniens ont de meilleures performances dans un contexte alphanumérique. Ces recherches démontrent l'importance de prendre en considération les aspects culturels des utilisateurs afin d'ajuster les interfaces aux utilisateurs pour augmenter des performances des systèmes. Dans la mesure où les utilisateurs sont de culture orientale, ils ont de la difficulté à comprendre les interfaces de systèmes informatisés qui ont été proposées par les utilisateurs de culture occidentale.

³ Sur Internet : <<http://www.eworldlearning.com/callforchapters.html>>. Accès : février 2005.

Les utilisateurs de différents pays peuvent se sentir offensés ou mal à l'aise par l'utilisation de mots, de couleurs, de symboles ou d'images, puisque ces éléments sont les véhicules par lesquels l'information culturelle passe. Badre et Barber (1998), nous donne un exemple de sensibilité culturelle dans les interfaces d'un site Web, avec le cas d'une banque étasunienne qui devrait éviter d'utiliser la couleur verte dans son site Web, destiné à offrir des services aux investisseurs français, étant donné que pour certains français, cette couleur est associée à la criminalité. Donc, ces derniers pourraient se sentir offensés. D'autre part, cette même banque pourrait vouloir utiliser le vert pour attirer l'attention des investisseurs orientaux égyptiens, parce que le vert a une connotation positive pour eux. Un autre exemple, c'est le cas de la couleur blanche qui implique la mort au Japon. Par contre, la couleur blanche est employée largement dans les sites Web aux Etats-Unis (Cyr et Trevor-Smith, 2004).

En ce qui concerne les environnements d'apprentissage en ligne, nous n'avons, malheureusement, trouvé que peu d'études touchant les particularités culturelles. Il existe des études expérimentales abordant les aspects culturels, mais elles étaient plus orientées dans le contexte du site Web d'achat. Cyr (2004), nous présente les cas des Allemands et des Japonais. Les premiers participants, les Allemands, ne considèrent pas que l'animation est une composante nécessaire d'un site Web; par contre, les Japonais aiment beaucoup les couleurs et les animations ainsi que les jeux de lumière. Alors, ces études nous permettent de constater qu'il y a des différences culturelles par rapport à certains éléments d'interface.

Les résultats des études de Cyr et Trevor-Smith, (2004) sur les sites Web d'achat ont démontré l'importance de créer les contenus Web en utilisant des composants appropriés à chaque culture, afin d'établir une familiarité et de susciter la confiance des utilisateurs. Des recherches, réalisées par Cyr et Trevor-Smith (2004), ont démontré que pour la conception des sites Web d'achat, il est nécessaire d'insérer certains éléments culturels qui favoriseront la confiance, la satisfaction et par conséquent l'interaction des utilisateurs. Selon eux, il existe des facteurs tels que le choix du lexique, de la police, des symboles, de l'esthétique, des icônes, des couleurs, des graphiques, des caractéristiques du site « layout », la navigation, les symboles, les menus, les liens, typographies, la recherche, les dispositions de page, la langue, le contenu, etc., qui sont liés à la culture des utilisateurs et qui peuvent influencer l'acceptation d'une interface. Les études de Cyr et Trevor-Smith (2004), démontrent l'importance de tenir compte des aspects culturels pour établir la confiance et la fidélité dans les sites Web. Pour cela, les concepteurs d'interfaces de sites Web cherchent de plus en plus à intégrer des éléments culturels dans les interfaces des sites Web d'achat pour les rendre plus culturels, afin de favoriser une plus grande utilisation, en tenant compte de la diversité culturelle d'un marché de plus en plus globalisé.

Les recherches effectuées à ce jour démontrent que proposer des interfaces aux utilisateurs issus de cultures variées nécessite la connaissance de la sensibilité culturelle de chacun. Un domaine particulièrement révélateur de cette problématique est l'achat en ligne à saveur marketing. En effet, les concepteurs de marketing commercial ont tout intérêt à

introduire dans leurs sites du contenu culturel pour bien atteindre leurs cibles de clients, et donc mieux vendre les produits. L'approche ainsi appelée localisation, est somme toute récente. Elle consiste à intégrer dans les sites Web plus que simplement la traduction de la langue, elle y intègre aussi une dimension culturelle. Pour Bastien et Leulier (2001), les concepteurs de sites Web localisés doivent maîtriser les standards, les us et coutumes propres à la population cible étudiée. La conception du site, la disposition, l'affichage, la navigation et les caractéristiques techniques doivent être adaptés aux normes et aux valeurs culturelles des utilisateurs.

Evers (1998, 2001a, 2001b, 2002), dans le cadre de ses études sur les différences culturelles par rapport à la compréhension des éléments d'interface, analyse l'existence des différences dans la compréhension des symboles des interfaces entre groupes culturels distincts. Les personnes de cultures différentes ont différents modèles culturels sur le comportement, la communication, l'interaction et la compréhension des interfaces. Selon Evers, chaque utilisateur de culture différente fait des associations qui lui sont propres par rapport aux mêmes objets réels. Aussi chacun, en fonction de sa culture, a une vision personnelle sur la façon d'agir sur les objets. Par conséquent, les métaphores utilisées dans les interfaces ne peuvent être universelles. Il faut alors fournir plus d'effort afin de rendre les métaphores plus explicites. Les métaphores d'interfaces devraient établir un environnement significatif de travail permettant de prendre en compte les besoins des utilisateurs et s'adaptant de manière contextuelle aux milieux culturels de ces derniers.

Les recherches de Badre et Barber (1998) signalent que l'augmentation de l'utilisabilité peut être atteinte en considérant l'impact de la culture dans la compréhension et l'utilisation d'interfaces. Ils démontrent l'importance de la sensibilité culturelle des interfaces en créant la notion de « Culturabilité », qui désigne une association de caractéristiques culturelles propres à l'utilisabilité du site Web, et qui représente le rapport entre les éléments du design et ceux de la culture. Ce terme désigne donc, la fusion du terme utilisabilité avec celui de culture.

Les spécialistes d'interface tels que Nielsen (1990), Boor et Russo (1993), Fernandes (1995), Del Galdo et Nielsen (1996), ont déjà suggéré que tout le projet d'interface doit être initié de façon à s'accorder avec les utilisateurs auxquels il est destiné, en tenant compte d'un profil comprenant l'âge, le sexe, les capacités physiques, l'éducation, le bagage culturel et/ou ethnique, la motivation, les buts et la personnalité. En d'autres mots, il faut connaître et comprendre le comportement des utilisateurs, leurs préférences pour les interactions ainsi que les nuances variées de leurs cultures, car ces aspects sont des facteurs déterminants de leurs actions dans l'interaction avec l'interface. Selon eux, une gamme d'éléments culturels doivent être considérés par le concepteur d'interfaces tels que : le texte, les formats (de nombre, de temps, de date et de l'heure), les images, les symboles, les couleurs, le flux d'informations (l'ordre de présentation des informations et l'enchaînement des écrans), les fonctionnalités, etc, (Boor et Russo, 1993). Les résultats de ces études ont montré que les utilisateurs ont tendance à manifester des comportements culturels dans leurs interactions avec l'interface.

D'après toutes ces recherches, il est devenu impératif aujourd'hui que les concepteurs d'interfaces reconnaissent les différences culturelles dans la perception des interfaces et qu'ils conçoivent les interfaces en respectant la sensibilité culturelle des utilisateurs, afin d'aboutir sur des interfaces de systèmes informatisés intuitives culturellement. La traduction d'un texte ne constitue pas la solution; elle devrait aussi refléter l'orientation culturelle de ses utilisateurs, en s'adaptant à leurs différences culturelles. La présence d'éléments culturels de chaque peuple peut améliorer la compréhension de l'interface (Marcus 2000, Marcus et Gould 2000), ainsi que faciliter l'utilisabilité de ces interfaces. Toutes ces recherches montrent qu'afin d'offrir des interfaces aux gens de différentes cultures, il faut d'abord connaître leur sensibilité culturelle; ont constaté déjà clairement ce souci dans le marketing culturel de sites Web.

1.2 Motivation

La motivation qui nous a poussé à entreprendre cette recherche tire ses origines de nos expériences en enseignement à distance. Elle est de deux ordres : d'une part en tant qu'utilisatrice et enseignante de cours à distance, par le biais d'environnements d'apprentissage en ligne, construits hors du Brésil, et d'autre part en tant que chercheuse au sein d'une équipe multidisciplinaire, ayant pour objectif de concevoir et de développer un environnement d'apprentissage en ligne pour le Centre universitaire FEEVALE, au Brésil. Lors de nos expériences en utilisant un environnement d'apprentissage en ligne conçu à l'extérieur du Brésil, nous nous sommes rendus compte que les utilisateurs s'inscrivaient aux cours et après un certain temps, quelques-uns ne les suivaient plus d'une façon assidue et d'autres les abandonnaient complètement. Cette situation nous est apparue inquiétante. Alors, pour savoir quelles étaient les causes de ce problème, nous avons fait des enquêtes auprès des utilisateurs. Dans leurs réponses, ils ont signalé qu'ils n'aimaient pas les environnements d'apprentissages en ligne, car de leur point de vue ceux-ci n'étaient pas « amicaux ». Selon leurs observations, ils ne comprenaient ni les signes, ni les symboles, ni certains mots qu'ils voyaient sur les interfaces, où la traduction de mots ne correspondait pas au symbole; de plus, ils n'y trouvaient aucun outil d'aide incorporé leur permettant d'interagir instantanément. C'est-à-dire, qu'il manquait sur les interfaces de ces environnements d'apprentissage en ligne des éléments de communication visuels (sémiotiques) adéquats, porteurs de signification, ainsi que des outils de communication synchrone (bavardage, vidéoconférence, audioconférence), pouvant favoriser une communication plus rapprochée de leur contexte culturel, car les Brésiliens ont une culture collectiviste (Hofstede, 1980, 1991). Il s'agit donc d'un problème à résoudre, c'est-à-dire, qui exige le développement d'un modèle d'environnement d'apprentissage en ligne où ces éléments de communication puissent privilégier la culture des utilisateurs. À partir de ce constat, nous avons cherché à savoir si dans les ouvrages scientifiques il y avait des recherches en ce sens. Les études trouvées portent surtout sur les sites Web commerciaux. Les chercheurs y soulignent l'importance à développer des recherches reliant l'adaptation des interfaces de sites Web d'achat aux contextes culturels des utilisateurs. De ceci a découlé notre

motivation à proposer des interfaces culturelles adaptées à l'environnement d'apprentissage en ligne *Virtuale*⁴ développé par le Centre universitaire FEEVALE. D'une part, nous observons qu'avec une augmentation de l'utilisation des environnements d'apprentissage en ligne, les utilisateurs sont de plus en plus nombreux. D'autre part, ces utilisateurs sont d'une grande hétérogénéité culturelle. Aussi, il est important de développer une compréhension plus approfondie de ces utilisateurs et principalement de leurs différences culturelles, pour pouvoir offrir des environnements d'apprentissage en ligne plus adaptés aux besoins réels des utilisateurs, afin de faire en sorte qu'ils deviennent un instrument motivant d'apprentissage.

1.3 État de la question et problématique de recherche

La problématique de cette recherche part donc de nos expériences professionnelles et des failles que nous avons constatées dans les environnements d'apprentissage en ligne en ce qui a trait aux aspects culturels, qui ne sont pas suffisamment considérés. Nous voulons étudier la problématique d'intégration des aspects culturels pour la conception des interfaces pour les environnements d'apprentissage en ligne, en particulier dans la culture brésilienne.

En tenant compte des différents profils culturels des utilisateurs, nous envisageons d'obtenir une conception contextualisée d'interface, afin que les interactions puissent se faire de façon transparente et pour que les profils d'adaptation soient facilement et automatiquement modifiables. Dans notre recherche, nous proposons de répondre aux questions suivantes : Est-ce que les éléments culturels ont des influences sur l'utilisabilité des interfaces d'environnements d'apprentissage en ligne ? Est-ce que les ontologies peuvent contribuer à la conception des interfaces culturelles pour les environnements d'apprentissage en ligne, de façon à ce que les utilisateurs puissent avoir une interface plus rapprochée à leurs sensibilités ? Afin de répondre à ces questions, nous devons commencer par considérer la conception d'interface des environnements d'apprentissage en ligne du point de vue culturel. Pour ce faire, nous utiliserons l'approche des ontologies.

Même si nous tenons compte du fait que les peuples de cultures différentes peuvent avoir différentes façons de comprendre une interface particulière, les interfaces des environnements d'apprentissage en ligne actuels ne reflètent souvent pas le monde réel dans lequel ils évoluent. Si les interfaces étaient conçues en tenant compte des éléments d'interface de la culture des utilisateurs tels que les fonctionnalités, les formats, les flux d'informations (ordre de présentation des informations et enchaînement des différents écrans), ainsi que la langue, et les dialectes locaux, les symboles, les images, les couleurs, les icônes, etc., qui reflètent le monde réel dans lequel les utilisateurs s'inscrivent, les interfaces pourraient alors être plus compréhensibles et leur sembler plus familières.

⁴ Au début il appelé *Widelearner*

1.4 Objectif

Dans le cadre de notre proposition de recherche, nous voulons travailler en nous basant sur l'approche des sciences cognitives (la culture) et sur l'approche informatique (l'ontologie) pour créer des modèles d'interfaces adaptables aux profils culturels des utilisateurs. Les objectifs sont :

1 - Du point de vue des sciences cognitives, intégrer dans les interfaces de l'environnement d'apprentissage en ligne des éléments culturels spécifiques à la culture brésilienne, afin que l'utilisateur puisse avoir une interface qui tient compte de la sensibilité qui lui est plus proche;

2 - Du point de vue informatique, l'objectif consiste à identifier et à modéliser les divers concepts d'utilisabilité, d'interface et de culture au contexte d'apprentissage, afin de concevoir un modèle conceptuel des interfaces culturelles pour un environnement d'apprentissage en ligne adaptable au contexte culturel brésilien.

Ainsi, notre objectif de recherche pour la création d'interfaces culturelles pour l'environnement d'apprentissage en ligne est la suivante : *développer un modèle ontologique de l'adaptation des interfaces d'apprentissage à la culture brésilienne qui intègre des dimensions culturelles aux interfaces sur les environnements d'apprentissage, et qui décrit les contraintes et les règles qui définissent une interface adaptée à l'utilisateur brésilien tout en tenant compte de la sensibilité qui lui est propre.*

2. État de l'art

2.1 Volet informatique

2.1.1 Interface

En prenant en compte la diffusion et l'utilisation des environnements d'apprentissage en ligne, l'interface devient plus importante, car c'est à travers d'elle que se produit l'interaction entre l'utilisateur et le système. Les interfaces sont conçues comme un objet de médiation entre l'utilisateur et le système, parce que c'est à travers de l'interface que les messages et leurs contenus sont transmis aux utilisateurs, par le biais de textes verbaux et non verbaux. Coutaz (1990) considère l'interface comme un dispositif qui sert de limite commune entre deux entités communicantes, qui s'expriment par un langage spécifique. En plus d'assurer la connexion physique entre les entités, l'interface doit permettre la traduction du langage formel du système vers celui de l'utilisateur, permettant ainsi que l'interaction avec le système soit facile. L'interface sert à faire la connexion entre l'image externe du système et le système sensori-moteur et cognitif de l'utilisateur. C'est dans la mesure où cela se produit que devient possible la communication et l'interaction entre les deux mondes, c'est-à-dire celui de la machine et celui de l'homme (Nanard, 1990). L'interface est le lieu où s'opère la communication avec le système informatique; elle doit aider l'utilisateur dans son activité. Dans tous les cas où des doutes persistent, l'utilisateur sera insatisfait, frustré et ne comprendra pas ce que le système attend de lui.

Bien que la conception des interfaces ait évolué, les études de Nielsen et Tahir (2002), démontrent que les interfaces sont encore une barrière qui suscite des ennuis et des frustrations chez l'utilisateur, parce que plusieurs des interfaces qui existent présentent des problèmes au niveau de l'architecture de l'information, de l'organisation des éléments visuels, de l'interactivité, des fonctionnalités offertes, ainsi que des lacunes au niveau des éléments culturels associés à chaque utilisateur. Selon Norman (2004), l'utilisabilité n'est, considérée seule, l'objectif ultime à atteindre dans la conception des interfaces. Concevoir des interfaces qui apportent de la joie, du plaisir et de la beauté est une exigence d'adaptation aux utilisateurs.

2.1.2 Interaction homme-machine

Le domaine de l'Interaction Homme-Machine (IHM)⁵, s'intéresse à l'étude des phénomènes liés à l'interaction entre des êtres humains et des systèmes informatiques interactifs; autrement dit, il s'intéresse aux processus de communication entre les personnes et les systèmes interactifs

(Preece *et al.*,1994), afin d'aider l'utilisateur dans son activité. En d'autres termes, c'est l'étude des personnes, de l'informatique et de leurs façons de s'influencer (Dix *et al.*, 1993). L'IHM constitue un vaste domaine de recherche, c'est

pour cette raison que les informaticiens, les ergonomes, les psychologues, les anthropologues, les sociologues, les linguistes, etc., l'ont abordé chacun selon son propre point de vue (Preece *et al.*, 1994). Ils s'attardent à étudier et à améliorer les facteurs qui influencent l'efficacité et le rendement de l'utilisation de l'ordinateur, en combinant des techniques propres à leurs domaines. Étant donné que l'IHM fait partie du processus de communication entre les personnes et les systèmes et en considérant ce processus de communication comme tel, l'IHM étudie les divers processus, les dialogues et les actions qu'échangent les utilisateurs et l'ordinateur (Baecker et Buxton, 1987). Le développement adapté des dimensions des logiciels (software) et du matériel (hardware) devient nécessaire pour rendre efficace et pour faciliter les processus de communication entre l'utilisateur et le système au cours du processus d'interaction [Preece *et al.*, (1994), Dix *et al.*, (1993)].

Un système peut être considéré comme interactif, quand il est conçu de façon à ce que l'interface soit presque imperceptible ou transparente, amenant l'utilisateur à se concentrer uniquement sur la réalisation de sa tâche. L'objectif principal dans l'IHM consiste à obtenir une « situation de collaboration » entre l'utilisateur et le système qui permet aux utilisateurs de mener leurs activités de façon productive et sûre. L'IHM utilise les domaines de l'informatique et des sciences cognitives pour mieux comprendre les actions de l'utilisateur sur l'interface et ses interprétations aux réponses révélées par l'interface. C'est par le biais d'étude de l'IHM que nous essaierons de connaître les facteurs qui dans le contexte de l'utilisation, peuvent conduire à une utilisation productive et rentable des systèmes informatisés. Du fait que des éléments culturels sont toujours présents dans l'IHM, les concepteurs d'interface doivent chercher à intégrer les éléments culturels propres aux utilisateurs des interfaces des systèmes, afin d'en améliorer l'interaction, tout en les rendant plus faciles à utiliser. Donc, la connaissance du contexte culturel de l'utilisateur est un facteur important à considérer dans le domaine de l'IHM.

2.1.3 Ergonomie

L'équilibre entre une fonction, un matériel et son utilisateur est à la base du travail de l'ergonomie. « L'ergonomie est l'ensemble des connaissances sur le fonctionnement de l'homme en activité, afin de les appliquer à la conception des tâches, des outils, des machines et des systèmes de production » (Laville 1977).

La conception d'interfaces dans l'environnement d'apprentissage en ligne ne doit pas seulement tenir compte des aspects techniques, mais aussi de la composante humaine impliquée dans la conception du système, c'est-à-dire l'intégration des aspects ergonomiques de l'interface afin de faciliter l'utilisation du système. L'ergonomie définit des méthodes qui doivent être appliquées dans la conception de systèmes interactifs utiles, faciles et agréables à utiliser. L'ergonomie propose de fonder la conception des interfaces sur une bonne connaissance des utilisateurs, de leurs caractéristiques, de leurs buts

⁵ Désigné par certains l'Interaction Homme-Machine (IHM), par d'autres le Human-Computer Interaction (HCI).

et de leurs tâches. Plusieurs études indiquent que l'analyse des tâches et de l'activité des futurs utilisateurs, associée à une évaluation auprès d'eux, augmente de façon substantielle l'efficacité et l'acceptabilité des systèmes interactifs [Shneiderman (1998), Nielsen (1993), Bastien et Scapin (1993)]. Malgré ces études, la plupart des équipes de concepteurs d'interfaces appliquent rarement des méthodes ergonomiques pour la conception et le développement des systèmes interactifs. Les concepteurs, les développeurs, et les « marketeurs » mènent les évaluations de systèmes de façon informelle, des évaluations qui ne fournissent pas des données suffisamment fiables et précises pour augmenter la qualité ergonomique des systèmes interactifs (Bastien, 2006). L'acceptabilité d'un système informatique comprend un certain nombre de caractéristiques comme la fiabilité, les performances et l'utilité du système (Nielsen, 1993). Bastien *et al.* (1998), confirment l'importance d'identifier les besoins des utilisateurs finals, la prise en compte de leurs caractéristiques, l'identification et l'analyse des tâches à réaliser et la connaissance de leurs environnements. Les concepteurs d'interfaces de systèmes doivent se préoccuper de savoir si le système développé est utile, utilisable et agréable (Nielsen, 2003). Une bonne connaissance des aspects ergonomiques de la conception du système devrait permettre son adaptation à l'utilisateur et au contexte dans lequel il est utilisé.

2.1.4 Utilisabilité

L'utilisabilité n'est pas un concept unique; elle est composée de caractéristiques multiples qui doivent toutes être évaluées. La capacité du système à faciliter la réalisation d'une activité humaine quand il y a adéquation entre l'activité et l'outil, est un bon indice pour savoir si l'outil peut être utile ou non. L'utilisabilité « is a quality attribute that assesses how easy user interfaces are to use. The word usability also refers to methods for improving ease-of-use during the design process » (Nielsen, 2003). L'utilisabilité est reliée à la facilité et à l'efficacité d'apprentissage et d'utilisation, de même qu'à la satisfaction des utilisateurs (Nielsen, 1993).

Selon la norme ISO 9241-11, l'utilisabilité est « the extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use ». Quant à la signification des termes qu'elle contient, on peut dire que : i) l'efficacité (*effectiveness*) : décrit dans quelle mesure l'interface permet à l'utilisateur d'atteindre ses objectifs, c'est-à-dire réaliser les tâches voulues; ii) l'efficience (*efficiency*) : décrit dans quelle mesure les tâches peuvent être apprises et exécutées avec un minimum d'effort et d'erreurs; iii) la satisfaction (*satisfaction*) : indique si le système est agréable à utiliser; iv) le contexte d'utilisation (*context of use*) : est l'ensemble constitué par l'utilisateur, la tâche à accomplir, les ressources (matérielles et logicielles) utilisées et le milieu physique et social dans lequel le produit est utilisé.

Adler et Winograd (1992), soulignent l'importance de permettre une utilisation créative du système : « The key criterion of a system's usability is the extent to which it supports the potential for people who work with it to understand it, to learn it,

and to make changes ». Selon Nielsen (1993), l'acceptation de l'interface d'un système est considérée comme étant la combinaison de son acceptabilité sociale et pratique (où l'acceptabilité sociale comprend l'acceptation de la part des utilisateurs), de la nécessité, de l'importance et du rôle social qui sont accordés au système. L'utilisabilité représente la facilité de l'apprentissage et de l'emploi du système, ainsi que la performance et la satisfaction induites.

2.1.5 Méthode et critères d'évaluation de l'utilisabilité

Shneiderman (1998), décrit l'utilisabilité comme étant une combinaison de caractéristiques favorisant l'utilisation, mais aussi comme une combinaison de caractéristiques visant l'adaptation aux utilisateurs tels que de favoriser : la facilité d'apprentissage, la vitesse dans l'exécution de la tâche, la diminution des erreurs et de façon générale la satisfaction à l'utilisation. Il y a actuellement de nombreuses méthodes et de nombreux critères pour évaluer l'utilisabilité des interfaces. Tous présentent des avantages et des inconvénients et l'ensemble ne peut prétendre assurer la qualité complète de l'interface.

Voici quelques méthodes d'évaluation de l'utilisabilité des interfaces : i) *Les tests utilisateurs* : les utilisateurs participent à l'exécution de tâches représentatives des tâches réelles, selon des scénarios définis avant le test, ou encore à l'exploration libre et commentée du système ou d'une maquette de celui-ci; ii) *Les outils logiciels* : les outils d'enregistrement des comportements ou des traces du comportement des utilisateurs, ainsi que leur codage et l'analyse des données produites; iii) *Les questionnaires et les entretiens* : ils permettent le recueil de données relatives aux attitudes, aux opinions des utilisateurs et à leur satisfaction; iv) *Le recours à l'expert ou l'évaluation heuristique* (Nielsen, 1994)⁶ : est réalisée par plus d'un évaluateur, qui sont des experts en utilisabilité des interfaces. L'expert observe les performances, les attributs et les caractéristiques d'un système, présenté sous forme de spécifications, sous forme de maquettes ou de prototypes, eu regard aux normes existantes, afin de détecter les défauts de conception; v) *Le « tri par carte »⁷* : est une méthode d'évaluation de l'utilisabilité sans la confrontation d'interface avec l'utilisateur. Il sert pour l'organisation des contenus d'un site Web ou d'une application. Cette méthode consiste à présenter aux utilisateurs les contenus d'un site Web existant ou en développement sous la forme de cartes, afin de permettre d'identifier de quelle façon les utilisateurs organisent et classifient ces informations selon leurs connaissances ou leurs intérêts. Les informations ou les concepts sont présentés en désordre aux utilisateurs et on leur demande de les trier en plusieurs groupes distincts en expliquant ce qui leur a permis de différencier les groupes, en ajoutant des cartes représentant les classes regroupant les informations. La méthode « tri par carte » favorise l'observation de la façon avec laquelle les

⁶ C'est une technique d'analyse réalisée à partir de guides d'évaluation appelés guides heuristiques. Il s'agit de passer en revue toutes les interfaces à l'aide d'une grille d'analyse en vérifiant si les guides spécifiés sont présents ou non. Sur Internet : <http://www.axance.com/03newslet/level2/03lettre_usabilite_04.htm>. Accès : juin 2006

⁷ Card Sorting. Sur Internet : <<http://www.adbs.fr/uploads/ouvrages/inria98/p111-173.pdf>>. Accès : août 2006

utilisateurs structurent le contenu des interfaces d'un site Web présenté sur des cartes, en les classifiant afin d'établir leur représentation sans les influencer avec une interface déjà organisée.

Shneiderman (1998)⁸, décrit huit règles qui sont des principes de base pour la vérification d'utilisabilité des interfaces, afin que la conception d'interface soit ergonomique : i) Faire un effort de cohérence interne (similitude entre divers éléments); ii) Rendre possibles les raccourcis pour les usagers réguliers; iii) Fournir de l'information sur ce que le système fait; iv) Organiser le contenu et construire des dialogues qui marquent la fermeture des étapes; v) Fournir une rétroaction permettant d'éviter les erreurs et favorisant une prise en charge simple; vi) Rendre les actions réversibles; vii) Donner un sentiment de contrôle aux utilisateurs sur le système; viii) Réduire la surcharge cognitive de la mémoire à court terme. Ces règles servent de principes de base pour les listes de vérification de l'ergonomie des interfaces.

L'acceptabilité pratique d'interfaces comprend un certain nombre de critères tels que : coûts, confiance, sécurité, compatibilité, flexibilité et qualité d'utilisation (Nielsen, 1993). Nielsen propose une liste de critères heuristiques, qui doit être respectée quant à la conception des interfaces des systèmes, à savoir : i) La visibilité de l'état du système; ii) Le système doit être le reflet du monde réel (cohérence externe); iii) La prise de contrôle par l'utilisateur et la liberté de l'utilisateur (sortie et réversibilité); iv) Le fait d'être homogène (cohérence interne); v) La prévention des erreurs; vi) La reconnaissance plutôt que le rappel; vii) La flexibilité et l'efficacité de l'utilisation (expert et non expert); viii) L'esthétique et le nombre minimal d'actions; ix) L'aide aux utilisateurs afin qu'ils puissent éviter, reconnaître, diagnostiquer et réparer les erreurs; et x) L'aide et la documentation. L'utilisabilité est ainsi reliée à la facilité, à l'efficacité d'apprentissage et d'usage, et à la satisfaction des utilisateurs (Nielsen, 2006)⁹.

Ravden et Johnson (1989), utilisent les critères suivant comme guide pour évaluer l'utilisabilité des interfaces : i) Clarté visuelle; ii) Cohérence; iii) Compatibilité; iv) Bon retour d'information; v) Caractère explicite; vi) Fonctionnalités appropriées; vii) Flexibilité et contrôle; viii) Prévention et correction des erreurs; et ix) Guidage et soutien à l'utilisateur.

Bastien et Scapin (1993), établissent aussi une liste de critères ergonomiques suffisamment explicite qui sert de guide ou de règles pour la conception des interfaces. Voici la liste de ces critères : i) Guidage : conseiller, orienter, informer et conduire l'utilisateur lors de ses interactions avec l'interface; ii) Charge de travail : réduire la charge perceptive et de mémoire des utilisateurs dans l'accès à l'information iii) Contrôle explicite : donner la possibilité explicite à l'utilisateur d'agir sur le système et de contrôler le déroulement de ses actions; iv) Adaptabilité : capacité à agir selon le contexte et selon les besoins et les préférences de l'utilisateur; v) Gestion des erreurs : éviter les erreurs et les corriger dans le cas échéant; vi) Homogénéité et cohérence : être constant dans la présentation et les accès à l'information dans un même

⁸ Sur Internet : <http://lrcm.com.umontreal.ca/dufresne/>. Accès : août 2006.

⁹ Sur Internet : http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html. Accès : mai 2006.

contexte; vii) Codes et dénominations : concordance entre signifiant et signifié; et viii) Compatibilité : adapter le système aux caractéristiques des utilisateurs et aux différents contextes.

2.1.6 Ontologies

Les ontologies sont beaucoup utilisées dans le domaine de la gestion des connaissances et de l'intelligence artificielle (IA) pour la résolution de problèmes au moyen de la sémantique. Ayant été initialement développée par l'IA, l'utilisation des ontologies en informatique est de plus en plus répandue dans le contexte de l'ingénierie de la représentation des connaissances et du traitement du langage naturel, et plus récemment pour l'organisation de l'information sur le Web. En éducation, pour les systèmes d'apprentissage en ligne, les ontologies ont été utilisées pour la personnalisation, pour faciliter l'interopérabilité des objets d'apprentissage afin de partager et d'échanger des informations, des objets d'apprentissage (cours, exercices, etc.), de même que des applications [Razmerita (2003), Dolog et Nejdil (2003), Dolog et al. (2004a, 2004b, 2004c)].

La possibilité d'explicitier et de partager des connaissances est l'une des principales raisons pour lesquelles les ontologies ont été utilisées dans le domaine de l'informatique au cours des dernières années. Divers domaines cherchent par le biais des ontologies, à développer un vocabulaire qui contient les concepts relatifs à leurs domaines d'applications, permettant ainsi de créer des représentations qui vont au-delà de la description de simples instances d'un domaine donné, mais qui donne un sens commun à un domaine de connaissance. Les ontologies sont devenues populaires, en grande partie, parce qu'elles ont pour but de promouvoir une compréhension commune et partagée d'un champ de connaissances (Bishr, 1998), mettant en communication des personnes avec des systèmes où des connaissances pouvant être réutilisables.

Les ontologies sont appelées à jouer un rôle clé, au cours de la prochaine génération des technologies de traitement des connaissances, où elles constitueront un élément de succès pour tous les domaines riches en connaissances. Le champ d'application des ontologies en informatique ne cesse de s'élargir et couvre notamment des systèmes de gestion des connaissances, de recherche d'informations, de gestion, des systèmes conseillers (systèmes d'aide à la décision, systèmes d'enseignement assisté par ordinateur), des systèmes de résolution de problèmes, des systèmes adaptatifs, etc.

a) Définitions et concepts

Ces dernières années, le mot « ontologie » a fait partie de nombreux discours, dans les secteurs les plus variés. Néanmoins, ce terme qui provient de la philosophie désigne la branche qui est en lien avec la nature et l'organisation de la réalité; il est connu depuis Aristote (Psyché *et al.* 2003). Bien que le mot « ontologie » provienne du domaine de la philosophie, il sert à désigner une théorie sur l'étude de l'être, l'être en tant qu'être, indépendamment de ses déterminants

particuliers. En IA, le terme ontologie peut être interprété comme l'ensemble de ce qui existe avec ses relations, restrictions, axiomes et vocabulaires.

Il existe aujourd'hui des controverses quant à l'apparition du terme ontologie et sa définition dans le domaine informatique, du fait de son utilisation diversifiée. Pour certains (Psyché *et al.*, 2003), dans le domaine de l'IA, le terme ontologie a été abordé pour la première fois par John McCarthy, durant les années 80. Selon eux, McCarthy a reconnu la corrélation entre le travail fait en ontologie philosophique et l'activité consistant à construire des théories logiques de systèmes d'IA. Alors que pour d'autres (Mendes, 2005), l'introduction du terme ontologie a été abordée au début des années 90 à travers le projet DARPA appelé « Knowledge Sharing Initiative », quand le terme apparaît dans la communauté de la représentation de connaissances pour désigner l'acquisition des données dans les systèmes à base de connaissances.

Tandis que Russel et Norvig (1995), définissent l'ontologie plutôt comme étant une théorie particulière qui, à l'aide d'un vocabulaire, exprime la nature, l'être et l'existence, en considérant une ontologie comme un vocabulaire, c'est-à-dire, une liste informelle des concepts d'un domaine. Après que les ontologies aient été considérées comme un simple vocabulaire ou une pile de concepts informels dans un domaine déterminé, la définition de l'ontologie commence à évoluer et nous trouvons plusieurs interprétations de ce terme en IA. Il peut être utilisé pour décrire un domaine ou, plus formellement, spécifier une conceptualisation.

Neches *et al.* (1991), présentent leur vision de l'ontologie en disant que l'« ontology defines the basic terms and relations comprising the vocabulary of a topic area », ainsi que les règles qui indiquent comment les combiner de façon à pouvoir étendre le vocabulaire.

La définition d'ontologie la plus connue dans le domaine de l'IA, est celle qui a été présentée par Gruber (1993a), bien qu'elle ne soit pas très explicite : « une ontologie est une spécification explicite d'une conceptualisation ». D'après le concept de Gruber, d'autres définitions un peu plus spécifiques sont présentées dans le domaine de l'IA. Borst (1997), en ajoutant quelques précisions au concept de Gruber (1993a), définit une ontologie comme une spécification explicite et formelle d'une conceptualisation partagée. Alors que Studer *et al.* (1998), en expliquant les termes définis par Gruber et Borst en proposant le concept d'ontologie comme « une spécification formelle et explicite d'une conceptualisation partagée », ont ajouté le terme « partagée » et se concentrent plutôt sur la définition des termes : i) conceptualisation : modèle abstrait d'un phénomène du monde pour lequel on a identifié les principaux concepts; ii) explicite : les définitions déclaratives de concepts utilisés et les contraintes quant à leurs usages sont explicitement définies; iii) formelle : l'ontologie doit être traduite dans un langage compréhensible par la machine; et iv) partagée : l'ontologie doit être consensuelle et acceptée par un groupe.

Guarino (1998), nous propose une définition un peu différente de l'ontologie, la considérant comme une théorie logique servant à mettre en relation le sens prétendu d'un vocabulaire formel, c'est-à-dire, son engagement envers une conceptualisation particulière du monde.

La définition que donnent Chandrasekaran *et al.* (1999), considère une ontologie comme une théorie d'un domaine avec des objets et des propriétés, ainsi que des relations qui sont possibles dans un domaine spécifique de connaissance. Pour ces auteurs, les ontologies regroupent des termes qui peuvent être utilisés pour décrire notre connaissance sur un domaine.

Pour sa part, Gómez-Pérez (1999) considère qu'une ontologie est la spécification explicite, plus ou moins formelle et partielle, d'une conceptualisation partagée, c'est-à-dire, acceptée à l'intérieur d'une communauté. Dans les études développées par Sowa (2000), on a trouvé la définition d'ontologie « ... is the study of the existence of all kinds of entities abstract and concrete that makeup the world ».

Dans le *Guide 101*, Noy et McGuinness (2001) proposent qu'une ontologie est une description formelle explicite des concepts dans un domaine du discours (classes, appelées parfois concepts), des propriétés de chaque concept décrivant des caractéristiques et des attributs possibles du concept (« slots », rôles ou propriétés), ainsi que des restrictions sur ces attributs (« facets » ou restrictions de rôles). Selon eux, une ontologie représente l'ensemble des instances individuelles des catégories qui constituent une base de connaissances. De fait, la frontière entre la fin d'une ontologie et le début d'une base de connaissances est très subtile.

Mizoguchi (2004), en parlant du concept d'ontologie définit une ontologie « comme un système conceptuel qui permet de partager et de réutiliser des concepts grâce à une sémantique computationnelle », c'est-à-dire, que selon lui « une ontologie est un système de concepts fondamentaux, représenté sous une forme compréhensible à l'aide d'un ordinateur ». Il nous présente les différences entre les deux types d'ontologies : i) L'ontologie orientée Web sémantique : qui consiste en un vocabulaire compréhensible par un ordinateur qui définit la signification des métadonnées. Ce type d'ontologie est utilisé principalement pour réaliser l'interopérabilité sémantique entre les ressources informationnelles grâce aux métadonnées, par exemple le LOM¹⁰. Il qualifie l'ontologie orientée Web sémantique comme une ontologie de surface, puisqu'elle ne traite pas nécessairement de la structure conceptuelle profonde du monde cible; ii) L'ontologie orientée concept : est une ontologie qui traite des concepts fondamentaux relatifs à un certain domaine, requérant une analyse en profondeur. Par exemple les ontologies supérieures standard du groupe *P1600.1* d'IEEE (Standard Upper Ontology Working Group)¹¹ et l'ontologie des fonctions¹².

¹⁰ Learning Object Metadata.

¹¹ Sur internet <<http://suo.ieee.org/>> . Accès : juin 2005.

Comme nous venons de le voir, il existe plusieurs concepts d'ontologie dans la littérature informatique. Ces différents concepts sont là pour nous indiquer que le concept d'ontologie en IA a différentes interprétations. Pour certains, une ontologie se réfère simplement à un ensemble de concepts propres à un domaine, pour d'autres elle est composée des concepts et des relations logiques entre concepts.

Les divergences entre ces concepts d'ontologie suscitent des préoccupations liées aux divergences suivantes : une ontologie doit être formelle ou non, c'est-à-dire, interprétable ou non par une machine; ou bien, une ontologie constitue une spécification d'une conceptualisation ou une conceptualisation en soi; ou bien, les concepts et les contraintes liées aux usages sont définis de façon déclarative ou non. Ceci correspond aux niveaux de formalisation A, B ou C qui correspondent à des niveaux de plus en plus grands de spécifications des contraintes entre les termes de l'ontologie.

Bien qu'il y ait plusieurs définitions de l'ontologie, selon Chandrasekaran *et. al.* (1999), il semble exister un consensus en ce qui concerne les aspects suivants :

- i. Il y a des objets qui existent dans le monde;
- ii. Ces objets possèdent des propriétés ou des attributs qui peuvent avoir des valeurs;
- iii. Plusieurs relations peuvent exister entre ces objets;
- iv. Ces propriétés et ces relations peuvent évoluer avec le temps;
- v. Il y a des événements qui peuvent se produire à différents moments;
- vi. Il y a des processus, auxquels les objets participent et peuvent se produire dans le temps;
- vii. Le monde et ses objets peuvent se retrouver dans différents états;
- viii. Certains événements peuvent en créer d'autres ou produire des états comme effets; et
- ix. Certains objets peuvent posséder des parties.

Nous constatons donc, que le sens du terme ontologie est interdisciplinaire et qu'il a évolué dans le domaine de l'informatique, et au fur à mesure que les domaines de l'ingénierie de la connaissance, de la modélisation conceptuelle, commençaient à converger, la signification du terme a fait de même.

b) Caractéristiques et format

Pour Gomez-Perez (1999), une ontologie est constituée des éléments suivants : i) Les concepts (classes) : qui correspondent aux abstractions appartenant à un segment de la réalité, c'est-à-dire le domaine; ii) Les relations : qui traduisent les associations existant entre les concepts présents dans ce domaine; iii) Les fonctions : soit les cas particuliers de relations dans lesquelles un élément de la relation, le x-ième (extrant), est défini en fonction des x-1

¹² Sur internet <<http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/pub/kita/kita-eswa02.pdf>>. Accès : mai 2006.

éléments précédents (intrants); iv) Les axiomes : qui constituent des affirmations, acceptées comme des vérités, concernant des abstractions traduites de ce domaine par l'ontologie; et v) Les instances (modèles) : qui désignent la description en extension de l'ontologie, véhiculant les connaissances d'un domaine.

Dans le but de partager la connaissance et l'interopérabilité¹³ entre des systèmes, Gruber (1993b), présente certains critères pour la construction d'un projet d'ontologie. i) La clarté : les définitions doivent être objectives, en autant qu'une définition puisse être exprimée selon des axiomes logiques, qu'elle soit complète de préférence, qu'elle rencontre les exigences requises et suffisantes et qu'elle soit meilleure qu'une définition partielle. Toutes les définitions doivent être écrites dans une langue naturelle; ii) La cohérence : si on déduit un concept d'après des axiomes, contredire une définition ou un exemple donné d'une manière informelle, face à une ontologie constitue alors une incohérence; iii) L'extension : une ontologie doit permettre à de nouveaux termes de pouvoir être définis en fonction des usages spécifiques basés sur le vocabulaire existant, de façon à ce qu'une révision des définitions déjà existantes ne soit pas nécessaire; iv) L'engagement d'encodage minimal : la conceptualisation doit être spécifiée sur le niveau de la connaissance, sans égard à une codification particulière au sens symbolique ; v) Les engagements ontologiques minimaux : avec le but d'une ontologie de définir un vocabulaire pour décrire un domaine, donc, suffisant pour donner un support aux activités de partage de connaissances désirables. C'est-à-dire que l'ontologie devrait spécifier le moins possible la signification de ses termes, permettant aux sujets engagés dans cette ontologie de pouvoir spécialiser et instancier l'ontologie comme ils voudraient qu'elle soit.

Jasper et Uschold (1999), ont classifié les applications d'ontologies en quatre catégories principales, tout en mettant l'accent sur le fait qu'une application peut s'insérer dans plus d'une de ces catégories. i) L'autorité neutre : une ontologie se développe dans une seule langue, qui est ensuite traduite pour des formats différents et utilisés dans des applications possédant des objectifs multiples; ii) Les ontologies comme spécification : une ontologie est créée pour un domaine déterminé et doit fournir un vocabulaire visant à spécifier des besoins nécessaires à une ou plusieurs applications cibles. En fait, l'ontologie est utilisée comme une base de spécification et de développement de logiciel, qui permet ainsi sa réutilisation; iii) L'accès commun à l'information : une ontologie est utilisée en vue de permettre à de multiples applications cibles, ou à des personnes, d'avoir accès à des sources hétérogènes d'informations, qui se trouvent exprimées dans un vocabulaire varié ou un format inaccessible; et iv) La recherche basée sur des ontologies : une ontologie est utilisée à des fins de recherche, dans un répertoire d'information, selon des moyens souhaités, afin d'améliorer la précision et de réduire la perte inutile de temps durant cette recherche.

c) Différents types d'ontologie

¹³ Selon le dictionnaire en ligne *Dico du Net*, l'interopérabilité est la « Notion désignant plusieurs systèmes capables de communiquer entre eux, qu'ils soient semblables ou de natures différentes ». Sur Internet : <<http://www.dicodunet.com/>> . Accès : avril 2006

Guarino (1998), propose une classification des ontologies selon leurs niveaux de généralités. i) Les ontologies de haut niveau sont celles qui décrivent des concepts généraux (espace, temps, matière, objets, événements, actions, etc.) indépendants d'un problème ou d'un domaine d'application particulier; ii) Les ontologies de domaine et les ontologies de tâche, expriment une conceptualisation qui les rend spécifiques à un domaine déterminé de la connaissance (comme la médecine ou les automobiles), ou une tâche, ou une activité générique (comme le diagnostic ou la vente), en spécialisant les concepts présentés dans les ontologies de haut niveau; et iii) Les ontologies d'application contiennent les définitions requises pour modéliser la connaissance dans une application, par exemple identifier les maladies du cœur, d'après une ontologie du domaine de la cardiologie. Ces concepts correspondent souvent aux rôles joués par des entités de domaine tout en exécutant une certaine activité, comme l'unité remplaçable ou le composant disponible.

d) Méthodologie de développement d'une ontologie

Comme on l'a vu plus haut, le concept d'une ontologie vient de la philosophie, et s'insère aujourd'hui dans le contexte de la science, notamment dans le domaine de l'informatique, par le biais de l'IA. Construire une ontologie n'est pas une tâche facile, du fait qu'elle touche la terminologie de tout un domaine de connaissances. Alors, pour le développement d'une ontologie, il est nécessaire d'extraire la connaissance d'un domaine sans trop de restrictions ni trop de généralisations, afin d'encourager une compréhension partagée. L'engagement de groupes de gens et l'utilisation de méthodologies, de processus et de méthodes bien définies deviennent donc nécessaires.

Selon Gomez-Perez *et al.* (1999), pour développer une ontologie il y a cinq étapes à suivre : i) Étape de spécification : qui consiste à identifier la raison d'être de l'ontologie, les objectifs et l'utilisation; ii) Étape de conceptualisation : consiste à produire la description informelle des concepts avec leurs propriétés et les relations entre les concepts; iii) Étape d'intégration : qui consiste à uniformiser l'ontologie développée pour l'intégrer à d'autres ontologies déjà existantes; iv) Étape d'implantation : qui consiste à décrire d'une façon formelle des extraits de la conceptualisation; et v) Étape d'évaluation et de documentation : ces étapes sont effectuées tout au long du processus de développement.

e) Avantages de l'utilisation des ontologies

L'avantage d'utiliser des ontologies réside dans cette possibilité qu'elles offrent de définir une infrastructure facilitant l'intégration des systèmes intelligents sur le plan de la connaissance, indépendamment de leur mise en œuvre. Selon Novello (2003), les ontologies offrent des avantages tels que : i) La collaboration : elles rendent possible le partage de la connaissance entre les membres interdisciplinaires d'une équipe; ii) L'interopérabilité : elles facilitent l'intégration de l'information, surtout dans des applications distribuées; iii) L'information : elles peuvent être utilisées comme source de consultation et de référence du domaine; et iv) La modélisation d'un domaine : les ontologies sont représentées par blocs structurés qui peuvent être réutilisés dans la modélisation de systèmes sur le plan de la connaissance.

Noy et McGuinness (2001), suggèrent quelques motifs pour lesquels une ontologie peut être développée : i) Permettre de partager une structure commune d'information entre les personnes ou les agents de logiciels; ii) Permettre la réutilisation du savoir d'un domaine, c'est-à-dire, lorsqu'un groupe de chercheurs se propose de développer une ontologie plus détaillée, afin qu'un autre groupe puisse la réutiliser dans un même domaine. Ainsi, il serait possible d'intégrer plusieurs ontologies existantes, décrivant des portions d'un même domaine; iii) Permettre d'explicitier ce qui est considéré comme étant implicite dans un domaine sous-jacent à une nouvelle mise en place, en cas d'évolution du savoir du domaine, rendant ainsi possible la modification de certaines spécifications; iv) Permettre de distinguer le savoir d'un domaine du savoir opérationnel est une autre des finalités propres aux ontologies. Ainsi, il est possible de décrire la tâche de configuration d'un produit à partir de ses constituants, et ce, en respectant les spécifications requises, tout en mettant en place un programme pouvant réaliser cette configuration, peu importe les produits et leurs composants (McGuinness et Wright, 1998); et v) Permettre d'analyser le savoir d'un domaine est possible une fois que la spécification des termes de ce domaine est résolue. L'analyse formelle des termes est d'une importance capitale, tant pour la réutilisation des ontologies existantes que pour leurs extensions (McGuinness et al. 2000).

f) Ontologie et apprentissage en ligne

À l'heure actuelle, de nombreux chercheurs tels que [Henze et Nedjl (2001), Nejd et al. (2003), Dolog et al. (2004a), Dolog et al. (2004b), Dolog et al. (2004c), Henze (2005)], se sont intéressés à la notion d'ontologie dans le but de résoudre ou de prévenir certains problèmes du domaine de l'apprentissage et, en même temps, proposer des nouvelles solutions, entre autres, la personnalisation des utilisateurs dans les environnements d'apprentissage, et la réutilisation et le partage des objets pédagogiques. De nombreuses recherches ont été menées en vue de construire et d'interopérer des répertoires de ressources ou d'objets d'apprentissage en s'appuyant sur des standards comme : IMS¹⁴ Global Learning Consortium, IEEE-LTSC (LOM¹⁵), Dublin Core¹⁶ et ADL (SCORM¹⁷). Par ailleurs, les méthodes et les méthodologies basées sur les ontologies dans le domaine de l'apprentissage en ligne doivent progresser au-delà de celles qui sont déjà disponibles. À cet effet, il est nécessaire de pousser, chaque fois plus loin, les recherches sur le profil des utilisateurs dans le but d'utiliser de façon plus efficace les ontologies. Ainsi, on pourrait mieux modéliser leurs profils et rendre plus conviviales les interfaces d'environnements d'apprentissage en ligne.

g) Outils pour la manipulation des ontologies

¹⁴ Information Management System

¹⁵ Learning Object Metadata

¹⁶ Dublin Core Metadata Initiative

¹⁷ Sharable Content Object Reference Model

Protégé¹⁸ est un programme de logiciel libre éditeur d'ontologies développé à l'université de Stanford, qui offre une infrastructure permettant d'éditer des ontologies de domaines et de décrire des données sous forme de l'ontologie créée. Le programme Protégé est basé sur la technologie Java; il peut être étendu pour créer des applications à base de connaissances. Protégé possède une interface graphique qui offre un ensemble de fonctionnalités qui permet d'éditer les ontologies. Des extensions permettent de sauvegarder les ontologies créées sous le format OWL-DL, RDF et RDFS.

Les programmes Racer¹⁹, Jess²⁰ et Jena²¹, sont des outils qui aident à développer des applications à base d'ontologie. Racer est un moteur d'inférence utilisé pour vérifier la cohérence d'une ontologie; il est basé sur les modèles de raisonnement logique. Jess et Jena sont basés sur la modélisation du raisonnement par règles de production. Jess fait un lien entre l'ontologie et les règles, parce qu'il sert à la modélisation du raisonnement de règles et Jena est une plateforme en Java qui a pour but de construire des applications permettant la manipulation d'ontologies décrites en RDF, RDFS et OWL. Jena s'adresse aux développeurs d'applications, parce qu'il permet de lire, modifier et sauvegarder des ontologies.

2.1.7 Web sémantique

Avec l'expansion désordonnée de l'information sur le Web, est apparu le besoin pour des mécanismes de plus en plus aptes à organiser et à maintenir les informations afin d'offrir des réponses structurées et plus précises pour répondre aux demandes des utilisateurs. Le Web a également besoin d'être plus compréhensible, non seulement dans le contexte des utilisateurs, mais aussi dans celui des machines, afin qu'il puisse aider les utilisateurs dans leur tâche de récupérer l'information. C'est à cause de ces contraintes qu'est apparue la proposition du Web sémantique. Le Web sémantique ne constitue pas un Web à part, mais une extension du Web actuel, dans lequel on donne à une information un sens bien défini pour permettre aux ordinateurs et aux gens de travailler en coopération (Berners-Lee *et al.*, 2001). Donc, le Web sémantique est devenu comme une façon de compléter le contenu informel du Web actuel avec celui des connaissances formalisées par le biais des ontologies. Le projet du Web sémantique vient ajouter au Web une véritable couche de connaissances, permettant des recherches d'informations au niveau sémantique et non plus simplement lexical.

Dans le contexte du Web sémantique, les ontologies offrent un moyen de représenter les ressources d'information. Là où le modèle d'un domaine est décrit par une ontologie, celui-ci peut être utilisé comme une structure unificatrice pour offrir une représentation sémantique commune à l'information. C'est dans ce but que Berners-Lee (1998), propose la création de nouveaux modèles, outils et langages pour la publication de l'information sur le Web, susceptible d'être traitée par des agents logiciels intelligents. S'appuyant sur les ontologies, le développement du Web sémantique ouvre de nouvelles

¹⁸ Sur Internet : <<http://protege.stanford.edu/>> Accès : juin 2006

¹⁹ Sur Internet :< <http://protege.stanford.edu/> > Accès : juin 2006

²⁰ Sur Internet : <<http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>> Accès : juin 2006

²¹ Sur Internet : <<http://jena.sourceforge.net/>> Accès : juin 2006

possibilités et des défis à la conception d'une génération de systèmes adaptatifs, rendant possible la modélisation du profil des utilisateurs (Razmerita, 2003).

Les pages Web construites à l'aide d'annotations sémantiques via des ontologies finissent par s'intégrer à un moyen universel d'échange d'informations, pouvant être lues autant par des humains ou que par des machines, pouvant être présentées graphiquement et lues par des navigateurs capables de synthétiser la voix, et pouvant également être présentées dans d'autres environnements mobiles.

2.1.8 Web sémantique et systèmes d'apprentissage en ligne

Le Web sémantique, qui s'appuie sur les ontologies, et les nouveaux paradigmes pédagogiques d'apprentissage en ligne basés sur la personnalisation de l'interactivité, sont des pistes de travail qui permettent de concevoir et de développer des systèmes d'apprentissage en ligne plus avancés. Les métadonnées²² associées aux objets de l'apprentissage et les caractéristiques de l'utilisateur vont permettre de sélectionner les ressources adéquates, qui fourniront les objets d'apprentissage contextualisés adaptés aux besoins et préférences des utilisateurs (Razmerita et Gouarderes, 2004). Les services d'apprentissage en ligne doivent être personnalisés, en commençant par les profils des utilisateurs et conformément aux demandes pédagogiques. Sur le Web sémantique, les données peuvent provenir de différents types de documents électroniques présents sur différents formats (doc, pdf, ppt, html, etc.). Il est nécessaire de décrire ces ressources à l'aide de métadonnées ou d'annotations sémantiques, en utilisant le vocabulaire conceptuel fourni par les ontologies. Sur la base de ces sources de données, il est possible de concevoir une fonctionnalité qui permet de créer des nouvelles relations entre ces données, afin de pouvoir y accéder. Les métadonnées du Web sémantique fournissent un ensemble commun de balises qui peuvent être appliquées à n'importe quelle ressource, sans tenir compte de la façon dont elle a été créée, ni des outils qui les utiliseront ni même de l'endroit où elles se trouvent stockées. Les langages de balisage des métadonnées permettent d'organiser, de décrire, d'indexer et de rechercher les ressources en fournissant tous les moyens nécessaires au développement d'une ontologie d'apprentissage.

Razmerita, (2003) dans ses recherches, démontre que la personnalisation et la contextualisation des services aux utilisateurs sont des caractéristiques essentielles à la création d'une nouvelle génération de services Web centrés sur les utilisateurs. Selon elle, les ontologies avec les annotations sémantiques sont la clé de voûte pour une nouvelle génération de services d'apprentissage. Par conséquent, le Web sémantique, pour se constituer un environnement riche en métadonnées où les machines communiqueront selon une base sémantique, apparaît comme une technologie prometteuse pour l'implémentation des environnements d'apprentissage en ligne personnalisés.

²² Une métadonnée est une donnée servant à définir ou à décrire une autre donnée.

2.1.9 Hypermédia

La présentation d'information en mode hypermédia concerne un domaine qui fait l'objet de nombreuses recherches et discussions. Les systèmes hypermédias sont devenus très populaires grâce aux facilités qu'ils offrent à l'utilisateur d'accéder à l'information. Ils offrent un ensemble de chemins permettant à chaque utilisateur de choisir son trajet parmi les données (Tricot, 1993). Les systèmes hypermédias visent à favoriser l'acquisition de la connaissance, en décrivant une grande variété d'associations parmi les informations. Elles offrent un ensemble de documents sous la forme de nœuds (textes, images, sons, animations) connectés par des liens, ce qui permet à l'utilisateur d'explorer tous ces documents organisés en pages structurées par des liens. Chaque lien part d'un ancrage (mot, zone d'écran, icône) dans le nœud d'origine, cet ancrage étant manifesté par un bouton (mot en gras, surligné, parti encadré, icône) (Tricot, 1994).

D'après Moura et Schwabe (2004), les systèmes hypermédias sont des systèmes utilisés pour la création, la manipulation, la présentation et la représentation de l'information, dans lesquels l'information est stockée dans une collection de structures multimédias, permettant aux utilisateurs de naviguer à travers ces structures. Les avantages des systèmes hypermédias sont la non-linéarité, la multiplicité d'accès, la liberté de choix, par conséquent l'adaptation à des styles de navigation différents (Tricot, 1993).

Les systèmes hypermédias sont de deux sortes, soit les systèmes hypermédias adaptatifs qui ont la capacité de modifier leurs caractéristiques appropriées automatiquement, selon leur perception des besoins et des caractéristiques personnelles de l'utilisateur; soit les systèmes hypermédias adaptables qui offrent des possibilités de sorte que l'utilisateur peut modifier certaines caractéristiques du système, afin de l'ajuster à son comportement (Opperman et al. 1997).

Les systèmes hypermédias adaptatifs se caractérisent par l'existence explicite d'un modèle de l'utilisateur qui représente la connaissance, les buts, les intérêts et d'autres caractéristiques des utilisateurs qui permettent au système de distinguer les différents utilisateurs (Palazzo, 2004). Les systèmes hypermédias adaptatifs, peuvent ainsi fournir différents types d'information, différents mécanismes de navigation, de présentation et d'organisation de services, en fonction des besoins des utilisateurs (Brusilovsky, 1996). Tous les systèmes hypertextes et hypermédias qui reflètent certaines caractéristiques de l'utilisateur dans le modèle de l'utilisateur et qui appliquent ce modèle pour adapter quelques aspects évidents du système, portent le nom de systèmes hypermédias adaptatifs.

2.1.10 Hypermédia adaptatif

L'hypermédia adaptatif est le domaine des applications hypermédias qui s'occupe de l'étude, du développement, de l'architecture, des méthodes et techniques d'applications hypermédias capables de promouvoir l'adaptation d'hyperdocuments et d'hypermédias aux attentes, aux besoins, aux préférences et aux désirs des utilisateurs. Les

applications hypermédias adaptatives sont des systèmes d'hypertexte et/ou d'hypermédia qui reflètent certaines caractéristiques de leurs différents utilisateurs dans leur modèle de l'utilisateur, et qui appliquent de tels modèles dans l'adaptation de divers aspects visibles du système aux besoins et aux désirs de chacun des utilisateurs (Brusilovsky, 1996).

Les systèmes hypermédias adaptatifs, peuvent ainsi fournir différents types d'information, différents mécanismes de navigation, de présentations et d'organisations de services, en fonction des besoins des utilisateurs (Brusilovsky, 1996). Tous les systèmes hypertextes et hypermédias qui reflètent certaines caractéristiques de l'utilisateur dans le modèle de l'utilisateur et appliquent ce modèle pour adapter certains aspects du système, portent le nom de systèmes adaptatifs. Pour cela le système doit satisfaire certains critères : le système doit être un hypertexte ou un hypermédia, il doit avoir un modèle d'utilisateur et doit être capable d'adapter l'hypermédia en utilisant ce modèle, c'est-à-dire, le même système peut sembler différent aux utilisateurs avec différents modèles (Brusilovsky, 1996).

Les systèmes hypermédias adaptatives peuvent être utiles dans tous les domaines d'application, là où le système peut être utilisé par des personnes ayant différents objectifs et des connaissances différentes, et où l'hyperespace est suffisamment grand (Brusilovsky, 1996). Les systèmes hypermédias adaptatifs utilisent une représentation de la connaissance basée sur le modèle de l'utilisateur (Brusilovsky, 2004), pour adapter l'information et les hyperliens qui seront présentés à l'utilisateur. L'adaptation aide l'utilisateur également dans le sens de la navigation, assez pertinent pour un hyperespace étendu. En connaissant les buts et les connaissances des utilisateurs, le système hypermédia adaptatif peut soutenir les utilisateurs dans leur navigation. Des utilisateurs ayant différents buts et des connaissances différentes peuvent être intéressés par différentes parties de l'information présentée sur une page hypermédia et peuvent utiliser différents liens pour naviguer d'une page à l'autre.

2.1.11 Hypermédia adaptatif pour l'apprentissage

Les recherches en éducation sur les hypertextes, les environnements d'enseignement et l'intelligence artificielle en éducation y ont trouvé un vaste terrain de recherche et d'expérimentation (Dufresne, 2003). La principale application des systèmes hypermédias se fait dans le domaine d'apprentissage. La caractéristique pédagogique la plus importante des applications hypermédias est la flexibilité d'exploration du matériel pédagogique fourni permettant à l'utilisateur d'interagir grâce à la navigation (Whalley, 1993).

Afin qu'un système d'hypermédia adaptatif d'apprentissage puisse être personnalisé, il devra pouvoir s'adapter au profil de l'apprenant, pour savoir son style d'apprentissage, ses conceptions par rapport à l'apprentissage, ses compétences (connaissances acquises), sa motivation, son style de navigation et style cognitif.

La diversité des utilisateurs et des ressources sur le Web montre l'importance d'une personnalisation des ressources. Les systèmes hypermédias adaptatives d'apprentissage ont tendance à devenir plus ouverts pour permettre l'intégration et la recherche des ressources pédagogiques pertinentes, et ils permettent la construction dynamique des pages et des liens de l'hypermédia, en fonction du modèle de l'apprenant. À partir des informations sur les apprenants, le système adaptatif modifie l'interface offerte à l'apprenant afin de l'adapter à son profil. Dans les systèmes hypermédias adaptatifs utilisant le Web sémantique, les techniques de personnalisation peuvent être introduites en utilisant les métadonnées afin d'arriver à personnaliser la présentation des ressources.

Une des grandes préoccupations dans le développement des applications hypermédias adaptatives touche à l'adaptation aux utilisateurs du contenu des pages. Ainsi, un ensemble de ressources technologiques ont été développées pour permettre d'orienter les contenus aux profils des utilisateurs et à la personnalisation des hypermédias. Avec l'essor du Web sémantique, il est possible d'améliorer la performance de ces techniques en utilisant la nouvelle approche basée sur les ontologies.

Selon Dolog et Nedjl, (2003), une variété de techniques de personnalisation ont été introduites en utilisant les métadonnées relatives à l'apprenant. Parmi ces techniques, la première, appelée « technique d'hypermédia adaptative », adapte l'interface utilisateur en modifiant les possibilités de navigation, la sélection et la présentation du contenu, selon les performances de l'utilisateur, dans un domaine spécifique. Une autre technique désignée sous le nom de « *recommandation et de filtrage* », basée sur les intérêts, les préférences, les goûts, les aversions et les objectifs d'un apprenant recommande les ressources, en utilisant les caractéristiques extraites des ressources de contenu ou les données d'un apprenant de profil similaire. Pour accompagner cette tendance, plusieurs efforts sont employés à l'aide de technologies utilisant les métadonnées, par exemple, dans les recherches qui sont en cours dans le cadre du projet Elene²³.

Les défis liés au domaine des systèmes hypermédias adaptatifs consistent à développer des outils à base d'ontologies, afin de fournir des services orientés vers les utilisateurs, pour leur offrir un accès personnalisé qui tient compte des besoins de chacun (Razmerita, 2003).

2.1.12 Méthodologie de développement des systèmes hypermédias

Dans le développement d'une application hypermédia, deux étapes importantes sont à considérer : la spécification de l'application à l'aide d'une méthode et sa mise en place au moyen d'un langage dans un environnement de soutien. Dans la majorité des cas, la spécification du projet d'une application hypermédia est constituée de modèles qui seront adaptés

²³ Sur Internet : <http://www.elena-project.org/en/index.asp?p=1-1>

en fonction de l'environnement à développer. Le projet d'une application hypermédia est défini avec un certain degré d'abstraction qui permet à la personne en charge d'un projet de se concentrer sur le contenu en tant qu'auteur de l'application, sans avoir à se préoccuper des aspects ayant un lien avec sa mise en oeuvre. Il existe des méthodes de gestion de projets d'applications hypermédias qui se servent soit de modèles entité-relation soit des modèles orientés objets pour exprimer les informations du domaine d'application. Une des méthodes pour le développement d'applications hypermédias utilisant la modélisation orientée objet est la méthode OOHDM (Object Oriented Hypermedia Design Method) (Schwabe *et al.*, 1996). Cette méthode a été récemment modifiée par la méthode SHDM (Semantic Hypermedia Design Method) (Lima et Schwabe, 2003) pour des applications hypermédias pour le Web sémantique.

La méthode SHDM, proposée par Lima et Schwabe (2003), est une méthode pour le développement d'applications hypermédias utilisant les formalismes du Web sémantique, c'est-à-dire implémentable en langage sémantique. La méthode SHDM est constituée de cinq étapes distinctes, soit : la collecte de données, la modélisation conceptuelle, la modélisation de la navigation, le projet abstrait d'interface et la mise en place. Chaque étape de la méthode SHDM vise un aspect particulier de la production des modèles, créant un ensemble de produits reliés, décrivant l'application qui sera exécutée. La méthode SHDM cherche à réaliser le maintien de la séparation entre le projet conceptuel et le projet de navigation, qui sont à la base de la méthode OOHDM, qui se transforme en une activité clé pour la mise en place d'applications hypermédias pour le Web sémantique. Développer une application hypermédia, en utilisant la méthode SHDM, consiste à premièrement développer un modèle conceptuel et de relever par la suite la mise correspondance de celui-ci pour le modèle de navigation de l'application. Après, pour se faire une idée de comment les objets perceptibles seront disponibles à l'utilisateur, il est nécessaire de développer un modèle d'interface abstrait qui décrive comment ces objets seront présentés à l'utilisateur. C'est par ce modèle d'interface abstraite que sont spécifiés les objets du modèle d'interface concrète avant de procéder l'implémentation. Voici une description des étapes de la méthode SHDM

a) Collecte de données

Les fondements de cette étape de la méthode SHDM sont identiques à ceux de l'approche orientée objet. C'est à cette étape que se fait l'identification des acteurs et des tâches qui seront soutenues par l'application hypermédia. Les tâches sont représentées par des scénarios de cas d'utilisation et des diagrammes d'interactions de l'utilisateur. Selon, Vilain et Schwabe (2002), les phases suivantes font partie de la collecte de données : i) Identification des acteurs et des tâches : c'est à cette phase que la personne en charge d'un projet interagit avec le milieu de l'application, afin d'identifier les acteurs et les tâches, en effectuant une analyse des documents disponibles, en interviewant les utilisateurs dans le but de percevoir et de recueillir leurs besoins; ii) Spécification des scénarios : cette étape consiste à faire une description narrative en expliquant de façon détaillée les tâches que l'utilisateur réalisera dans le domaine de l'application; iii) Spécification de cas d'usage : cette étape consiste à spécifier les différentes interactions de l'utilisateur avec le système;

et iv) Spécification des diagrammes d'interaction de l'utilisateur : cette étape consiste à montrer l'interaction entre l'utilisateur et l'application hypermédia, décrite littéralement dans un cas d'usage.

b) Modèle conceptuel²⁴

Le modèle conceptuel dans la méthode SHDM, proposé par Schwabe *et al.* (2004) vise l'analyse du domaine de l'application, qui englobe tout l'univers des informations pertinentes au développement de l'application hypermédia pour le Web sémantique, et qui a pour résultat un schéma conceptuel contenant les objets du domaine (classes, relations, sous-classes et perspectives d'attributs). Les artefacts suivants font partie du projet conceptuel : i) Schéma conceptuel SHDM : qui consiste en un modèle de classes et de relations concernant un domaine spécifique, dont l'objectif est d'exprimer des abstractions de ce domaine servant de point de départ à la création des ontologies qui seront effectivement mises en place; ii) Ontologie conceptuelle SHDM : il s'agit d'une définition du domaine dans un format pouvant être mis en place dans le Web sémantique, en utilisant les langages d'ontologies tels que RDF et OWL-DL; et iii) Instances : elles représentent les données proprement dites, dont les définitions doivent être validées d'après l'ontologie conceptuelle (Lima et Schwabe, 2003). C'est dans l'étape du projet conceptuel qu'est faite la modélisation sémantique du domaine d'application.

c) Projet de navigation

Le projet de navigation de la méthode SHDM constitue l'étape clé pour la mise en place des applications hypermédiées envisagées pour le Web sémantique, puisque c'est par lui que se définissent les informations qui seront présentées et l'éventuelle navigation entre eux. C'est dans le projet de navigation qu'est créé le modèle de navigation, qui doit s'adapter au modèle conceptuel. C'est à cette étape qu'est défini le schéma comprenant les contextes de navigation, ainsi que les structures d'accès utilisées pour atteindre des classes de navigation dans ces contextes. La modélisation de navigation se définit à partir d'un modèle conceptuel. Un même modèle conceptuel peut définir un ou plusieurs modèles de navigation. Le modèle de navigation correspond à la définition d'une interface d'accès ou d'utilisation des informations organisées selon l'ontologie définie.

La spécification du modèle de navigation, selon Schwabe *et al.* (2004), se divise en deux schémas, soit : i) Le schéma de classes de navigation, qui définit quelles seront les données du modèle conceptuel pouvant être accédées par les utilisateurs, incluant la définition de classes et de relations de navigation (liens); ii) Le schéma de contextes de navigation, qui définit certains ensembles de nœuds (classes navigation), étant donné qu'un nœud peut faire partie de plus d'un contexte et un contexte peut présenter des nœuds de classes différentes, en général ce que l'on retrouve ce sont des contextes qui regroupent les nœuds d'un même type (Schwabe *et al.*, 2004).

La principale différence entre ces schémas c'est que le premier (schéma de classes) définit tous les objets de navigation comme des visions sur le domaine des applications et présente les relations de navigation (liens) entre ces nœuds de navigation. Le deuxième (schéma de contextes) définit les contextes de navigation et les structures d'accès utilisées pour atteindre ces contextes (Lima et Schwabe, 2003), la navigation en général. C'est à l'étape du modèle de navigation que la modélisation du profil de l'utilisateur et sa tâche s'effectuent et que son usage devient pertinent.

d) Projet d'interfaces abstraites

C'est à cette étape de la méthode SHDM, selon Moura et Schwabe (2004), que se construit le modèle abstrait de l'interface d'une application hypermédia; c'est durant cette étape que sont définis les objets d'interface que l'utilisateur percevra et qui serviront à définir les différentes interfaces du modèle de navigation. C'est par le biais de la modélisation d'interface abstraite que sont décrits les éléments (« widgets ») qui représentent les relations entre l'utilisateur et l'application. Le choix de ces éléments se fait par le développeur, lors de la création du modèle de navigation à partir de l'analyse des demandes, qui permet d'extraire tous les besoins d'échange d'information entre l'utilisateur et l'application hypermédia. L'approche de modélisation d'interface abstraite cherche à séparer les aspects essentiels des aspects spécifiques de chaque milieu d'exécution, tout en restant indépendant des technologies et des modèles de mise en oeuvre (Moura et Schwabe, 2004). Les aspects essentiels, qui concernent l'échange d'information entre l'utilisateur et l'application, sont représentés par l'utilisation du vocabulaire défini dans l'ontologie d'éléments abstraits (l'ontologie de « widgets » abstraits). De cette façon, une interface pourra être caractérisée abstraitement en instanciant l'ontologie de « widgets » abstraits. Une fois que la description d'une interface abstraite a été exécutée au moyen d'une ontologie de « widgets » abstraits, il est possible de la représenter sur une interface concrète, composée par des éléments concrets (l'ontologie de « widgets » concrets). Les instances d'ontologie de « widgets » concrets pouvant alors se traduire en éléments d'interface disponibles dans les environnements de mise en place. C'est à l'étape du modèle d'interface abstraite que sont modélisés tous les objets perceptifs pour l'utilisateur, afin d'implémenter la métaphore d'application (Moura et Schwabe, 2004).

e) Mise en place

C'est à cette étape de la méthode SHDM que se réalise la mise en place de l'interface, à partir de la table de correspondances des modèles d'interface abstraite et de navigation, pour des objets concrets disponibles dans l'environnement de mise en place choisie, de façon à obtenir une application prête à être exécutée. C'est à cette étape que sera défini l'environnement de la mise en place par le choix d'une plateforme de matériel et de logiciel appropriée.

²⁴ Schwabe *et al.* (2004) utilisent « Le projet conceptuel ».

La méthode référée fournit des schémas d'abstraction, permettant que des applications hypermédias soient projetées sur le Web sémantique. Après l'élaboration, par le développeur, des schémas conceptuels, des types de navigation et des contextes faisant partie de la méthode SHDM, ceux-ci pourront être mis en correspondance avec l'aide d'un outil éditeur d'ontologies. Dès que les ontologies seront prêtes, elles devront être soumises à des outils d'évaluation pour des fins de validation. Les ontologies seront définies dans des langages susceptibles d'être traités, puisqu'elles sont importées vers un emplacement de sauvegarde, pourvu de services de stockage, d'inférence et de consultation.

2.2 Volet cognitif

2.2.1 Introduction

Une nouvelle culture basée sur Internet est en train de changer le mode d'apprentissage, de travail, d'interaction et de vie des gens. En plus d'être un outil, l'ordinateur est aussi un moyen de communication et d'expression où l'interface devient un espace de communication, un système sémiotique, dans lequel les signes sont utilisés dans la communication avec les utilisateurs. La création et l'utilisation de signes dans la conception d'interface doivent faciliter la communication.

En considérant l'interface des ordinateurs sous la perspective de média (Kammersgaard, 1988), Andersen (1993) considère le développeur du système comme faisant partie du processus de communication. Au cours de ce processus de communication, l'émetteur (développeur) et le récepteur (utilisateur) échangent des messages constitués d'un ensemble de signes, à l'aide de ce moyen qu'est l'interface. Le développeur d'interface doit avoir recours aux techniques de communication pour que son message soit compris des utilisateurs. Dans ce processus, l'utilisateur communiquera alors au moyen d'une interface avec le concepteur, par l'intermédiaire du système.

Afin de comprendre cette perspective, on pense qu'il est nécessaire de prendre en considération les présuppositions sémiotiques créées par Peirce (1977), pour lesquelles les signes et les systèmes sémiotiques constituent un outil intellectuel puissant que les gens possèdent pour l'acquisition et la communication de connaissances. Dans ce sens, il faut souligner l'importance de la connaissance du contexte culturel des utilisateurs, par les développeurs d'interfaces, afin de pouvoir choisir les éléments sémiotiques qui feront partie du dessin de celles-ci. Cela est nécessaire, car ces éléments sont la clé pour favoriser la communication humaine dans des systèmes informatisés. Le développeur doit utiliser à chaque fois qu'il est possible les signes déjà établis dans la culture de l'utilisateur en vue d'améliorer la compréhension de l'interface d'un système informatisé, car dans la tête de l'utilisateur le système est l'interface (Hix et Hartson, 1993).

2.2.2 Culture

Avec l'arrivée d'Internet et sa rapide évolution, un nombre de plus en plus grand de personnes de différentes cultures sont passées à l'utilisation des services offerts par le Web. Plusieurs études révèlent que des facteurs psychologiques,

personnels, sociaux ainsi que culturels exercent une grande influence sur la compréhension des interfaces et des services qu'elles offrent. Ainsi, mieux connaître le contexte culturel dans lequel vivent les personnes apparaît comme une nécessité, puisque ce n'est qu'en connaissant leurs besoins, une fois reconnues et approuvées les principales caractéristiques de leurs différences culturelles, que pourra être réalisé un meilleur développement des services Web, en particulier, en ce qui a trait aux services relatifs à l'enseignement et l'apprentissage à distance. Reconnaître la diversité culturelle des personnes et savoir combien elle est d'une importance fondamentale pour la communication devrait favoriser une plus grande interaction sur le Web. Ainsi, ceci devient un défi dans le développement des interfaces de systèmes Web. Les différences entre personnes vont au-delà des différences linguistiques, elles touchent les différences de dimensions de la nature humaine, des relations sociales, des rapports avec la nature, des activités, du temps, de l'espace, etc., ces dimensions font partie de la culture intrinsèque des personnes (Adler, 2000).

a) Définitions et concepts

Le concept de culture est très complexe et diversifié, dans le domaine des lettres et sciences humaines, l'on peut sans aucun doute le définir avec un apport sémiotique. D'autre part chez les scientifiques sociaux, il est le résultat de l'intérêt pour les modèles sur lesquels les différents modes de vie sociale sont construits, à partir des idées que les personnes ont d'elles-mêmes et des pratiques qui émergent de ses idées (Rose, 2001). La culture est le résultat produit par l'échange de significations entre les membres de groupes sociaux déterminés. Ses significations peuvent se manifester comme une vérité, une fantaisie, une science ou un sens commun, et peuvent se retrouver dans les conversations de tous les jours, dans les théories scientifiques, les arts, les médias, etc. C'est la culture qui détermine le comportement de l'homme et qui en justifie les réalisations (Laraia, 2003).

Rastier (1991,1994), nous démontre la caractéristique sémiotique de la culture. Selon lui, la culture peut être définie comme un système hiérarchisé de pratiques sociales. Elle est constituée par trois sphères : la sphère *physique* qui est visible par les interactions matérielles; la sphère *sémiotique* constituée par les signes (symboles, icônes, signaux, etc.) et la sphère *des processus mentaux (cognitif)* propres aux gents, et en général fortement socialisés. La sphère sémiotique fait la médiation entre les deux mondes le physique et le mental. Selon lui, les sciences de la culture sont les seules à pouvoir rendre compte du caractère sémiotique de l'univers humain (Rastier, 2002).

Selon Geertz (1973), la culture est un système symbolique de processus mentaux qui créent des significations; il est le produit de constructions symboliques complexes. Dans son point de vue, la culture est un réseau de construction de signifiants qui émerge à travers l'interaction des individus, les uns avec les autres, et ces derniers avec leur environnement. Ainsi, la culture est un système de significations partagées. D'après Geertz, la culture est essentiellement sémiotique, car la culture est transmise par le biais de signes et symboles.

Une étude sur les différences culturelles entre plusieurs pays menée par l'anthropologue Hofstede (1980), arrive à la conclusion que les personnes portent en elles des programmes mentaux qui sont développés depuis la naissance et qui ont leur origine dans les divers milieux sociaux rencontrés au cours de la vie, comme dans la famille, dans les écoles et les organisations, et que ces programmes mentaux contiennent des éléments de la culture. Cet auteur soutient encore que, chaque personne porte en elle un modèle de pensée, de sentiments et d'action potentielle, qui est le résultat d'un apprentissage continu. Pour lui, une grande partie de cet apprentissage est acquise durant l'enfance, phase durant laquelle l'être humain est plus susceptible d'apprendre et d'assimiler. Les programmes mentaux autant que les milieux sociaux où ils sont acquis et déterminent pour chaque individu, en fonction de leur passé, les réactions les plus probables et compréhensibles. Hofstede considère la culture comme le fruit d'une acquisition issu du milieu social des individus et distinct de la nature humaine et de la personnalité de chacun.

Strour (1998), définit la culture aussi comme étant apprise, transmise et partagée, ne résultant pas d'un héritage biologique ou génétique, mais étant le résultat d'un apprentissage socialement conditionné. La culture est un ensemble de modèles qui permet à chacun de s'adapter à la nature et à la société à laquelle ils appartiennent, et d'avoir le contrôle sur son environnement. La culture est responsable pour établir une identité, une marque reconnaissable sous des formes variées, d'une vision du monde, d'une manière particulière de faire les choses, de catégoriser et d'interagir.

La culture est un concept anthropologique et sociologique qui comporte de multiples définitions. Pour certains, la culture est la façon par laquelle une communauté satisfait ses besoins matériels et psychosociaux, en utilisant l'environnement pour survivre. Pour d'autres, la culture est l'adaptation en soi, elle est la manière par laquelle une personne définit son profil, en fonction du besoin d'adaptation à son environnement. Une autre façon de percevoir la culture est comme si elle faisait partie de l'inconscient humain, où les combinaisons se présentent sous la forme de symboles, dont les significations nous donnent la clé d'une action culturelle. Une autre vision de la culture est celle qui cherche à se concentrer sur les différentes formes de cognition qui caractérise plusieurs communautés (Motta et Caldas, 1997).

Même s'il n'y pas une seule définition précise et suffisante pour la culture, il y a au moins des choses en commun. Ces définitions de la culture révèlent que les groupes humains pensent et agissent de façon différente selon leur culture, il est par conséquent nécessaire de comprendre les différences culturelles entre les différents groupes sociaux. Toutes les cultures se structurent comme des réseaux sociaux, ayant leurs propres pratiques distinctives qui sont la clé de leur existence et qui servent favoriser la communication entre ceux à qui appartiennent ces réseaux.

b) Culture dans les organisations

Des études réalisées par des chercheurs tels que Hall (1990), Hofstede (1980 et 1991), Trompenaars (1994), Trompenaars et Hampden-Turner (1998), signalent l'importance de la connaissance de la culture au sein des

organisations. Ces études touchent les aspects subjectifs de la culture de certains peuples et le rôle essentiel que ces aspects ont pour nous aider à comprendre certaines cultures et leur importance au sein des organisations.

L'influence qu'une culture exerce sur les organisations est un aspect important à prendre en considération, dans la mesure où celles-ci s'étendent de par le monde constitué de cultures distinctes. Dans ce cas, il est nécessaire d'adopter une attitude ouverte et de respect, en ce qui concerne les personnes ayant des habitudes et des cultures différentes. Ces auteurs considèrent qu'il est difficile d'avoir du succès dans les relations d'affaires si le comportement des personnes, qui est déterminé par la culture dans laquelle elles s'insèrent, n'est pas respecté. Il est alors indispensable de prendre connaissance des caractéristiques particulières propres à chaque culture. Plus nous en connaissons sur la culture de chaque peuple, plus il nous sera possible d'éviter les conflits de nature interculturelle dans les organisations et dans les systèmes de communication sur l'Internet.

Comment peut-on caractériser les différences culturelles? Hall (1979 et 1990) caractérise la culture selon des dimensions, à savoir : i) *La dimension temporelle* : où il distingue deux types de temps . Le temps monochrome, qui met l'accent sur les horaires, les séquences et le rendement des activités. Les activités se succèdent sans interférences, selon un emploi du temps serré, une programmation rigoureuse. Il se caractérise par une chose à la fois. D'après lui, le temps monochrome se rencontre en Occident, en Europe du Nord et en Amérique du Nord. Le temps polychrome : apparaît peu structuré, mou, divers, complexe, élastique, tolérant les interférences, les suspensions, les superpositions. Les activités s'y succèdent à travers une multiplicité des faits se déroulant simultanément. Le temps polychrome se caractérise par plusieurs choses à la fois. Le temps polychrome apparaît moins concret que le temps monochrome. Selon Hall, le temps polychrome se rencontre dans le bassin méditerranéen, dans les pays arabes et en Amérique latine. ii) *La dimension spatiale* : se rapporte à l'utilisation culturelle que l'homme fait de l'espace, par exemple la position du corps dans la conversation; iii) *La nature du contexte* : qui comprend le lieu, les personnes, l'enjeu de la communication. Hall considère deux types de nature de contexte, les cultures à fort contexte et les cultures à faible contexte. Les cultures à fort contexte seraient celles où l'on accorderait moins d'importance aux mots qu'au contexte. Dans ces cultures, ce serait la parole, la position sociale et la connaissance de la personne qui serait déterminante. Les documents juridiques y seraient moins utilisés, ce qui peut avoir pour effet de ralentir les affaires et les négociations, étant donné qu'il est d'abord nécessaire d'établir un contact personnel permettant de mettre en confiance les différentes parties impliquées. À titre d'exemple, Hall mentionne que le Japon, la plupart des pays asiatiques et d'une façon générale, tous les pays, d'Amérique latine et de l'Afrique incluant les pays arabes, sont des pays avec des cultures à fort contexte. Inversement, dans les cultures à faible contexte, ce serait les mots qui occuperaient une place plus importante dans la transmission de l'information. Les messages y seraient donc formellement explicités et les documents juridiques considérés comme indispensables. Dans

ces cultures, les détails de l'affaire y seraient analysés plus rapidement. L'Union européenne et notamment les États-Unis seraient des exemples de ces cultures.

Hofstede (1991), après une recherche comparative réalisée dans plus de 50 pays, en tenant compte du rapport avec les variables culturelles, a démontré la compréhension significative de celles-ci dans la structure des organisations. En nous appuyant une fois de plus sur cet auteur, il mentionne que la culture est présente au sein des organisations, des nations, des professions, des groupes religieux ou ethniques. En sachant que le Web est un réseau social, nous pensons que ces variables sont aussi présentes. Après ses recherches sur la culture dans les organisations, Hofstede (1991) nous a proposé cinq dimensions afin de rendre le concept de culture opérationnel. Selon Hofstede (1991), il s'agit des caractéristiques perceptibles et différenciatrices des cultures. Celles-ci sont : i) *L'index de distance du pouvoir* : qui fait référence au degré avec lequel les individus, qui ont moins de pouvoir, acceptent des distributions inéquitables de pouvoir dans leur culture; ii) *L'individualisme/collectivisme*: l'individualisme fait référence au degré dans lequel une culture met en évidence l'individu et le noyau familial par rapport à la société comme un tout. Par contre, le collectivisme montre un sens de rapprochement envers les groupes auxquels ils sont reliés; iii) *La masculinité /féminité* : qui fait référence au degré dans lequel les rôles masculins traditionnels d'assertivité et de compétition sont mis en évidence; iv) *L'index d'évitement de l'incertitude* : qui fait référence au degré par lequel les individus montrent de l'anxiété face à des situations d'incertitude; v) *L'orientation à long/court terme* : qui fait référence au degré par lequel la société adopte ou non un dévouement envers un compromis à long terme et des valeurs traditionnelles.

En étudiant la culture et leur influence dans les organisations, Trompenaars (1994) cherche à nous démontrer que les valeurs et les normes sont différentes selon le pays ou les régions du monde. D'après lui, la culture est un système commun de signes qui nous indique ce à quoi nous devons prêter attention, comment nous devons agir et ce que nous devons valoriser. Trompenaars et Hampden-Turner (1998), distingue cinq dimensions caractéristiques de la culture : i) *Universalisme/Particularisme* : Les cultures qui cherchent à trouver une solution générale, peu importe les cas particuliers, sont appelées universalistes. Au contraire, les cultures qui se trouvent confrontées à un problème particulier et qui cherchent une solution particulière à ce problème sont appelées particulariste; ii) *Individualisme/Collectivisme* : L'individualisme se distingue du collectivisme par une orientation fondamentale envers soi-même, tandis que le collectivisme le fait selon une orientation fondamentale axer vers des buts et des objectifs communs; iii) *Émotionnalité/Neutralité* : Les émotions peuvent être exprimées de différentes façons selon la culture; pour certaines cultures, il est tout à fait naturel d'exposer ses états d'âme, alors que pour d'autres, cela est mal perçu. Les cultures émotionnelles admettent les attitudes où prédominent les sentiments. Au contraire, les cultures neutres privilégient les attitudes plus rationnelles, dépourvues de passion, préférant éviter d'exprimer leurs sentiments; iv) *Spécifiques/Diffus* : La part de la personnalité et de la vie privée révélée aux autres dans le cadre professionnel dépend des cultures. En ce que

concerne la caractéristique culturelle dans le milieu du travail, les relations spécifiques ne permettent l'accès de personne seulement dans le domaine de leurs fonctions. Par contre, dans les relations appelées diffuses, les gens mélangent les rapports personnels et professionnels ; v) *Statut Attribué (Prédétermination)/Statut Acquis (Réalizations)* : Selon la culture la position sociale se révèle être de nature différente pour le groupe social. Le statut social est considéré attribué quand il est conféré par un état en fonction de l'âge, de l'origine, de la profession, des diplômes, etc. Le statut social est considéré acquis quand il est conféré par des actions, des réalisations, des réussites, etc. Ainsi, pour le statut acquis est le résultat d'une action, dans le cas des réalisations, la personne est jugée d'après ce qu'elle a réalisé, son parcours et ses résultats obtenus. Alors que le statut attribué est souvent de la naissance, des liens de parenté, du sexe et de l'âge de la personne.

Face à ce qui vient d'être exposé, il est évident qu'il n'existe pas une homogénéité des personnes, puisque les cultures distinctes ne partagent pas les mêmes ensembles de normes, de principes et de valeurs. Aussi il apparaît comme très important pour comprendre une culture, d'identifier les normes, les valeurs et les modes de perception qui distinguent.

c) Aspects culturels dans la conception des interfaces

Au cours des dernières années, une importance de plus en plus grande a été donnée aux interfaces des systèmes d'information sur le Web. Certains facteurs comme la satisfaction subjective, l'efficacité, l'assurance, le coût de formation, l'efficacité communicationnelle, etc., font partie d'une bonne conception de l'interface Web. L'interface doit garantir et faciliter l'interaction entre l'utilisateur et le système, tout en assurant l'adaptation aux besoins, ce qui stimule l'interaction et la rend plus adaptée aux processus.

Les chercheurs, Badre et Barber (1998), se sont penchés sur la conception culturelle afin d'identifier les marqueurs culturels²⁵ présents sur les interfaces. Dans leurs recherches, ils démontrent que la perception de l'interface dépend de la culture en général, et de la manière dont l'information issue de l'interface est traitée. Toutefois, cette perception dépend également de la culture de chacun, qui est représentée par le langage, le symbole national, la couleur, l'organisation spatiale, la navigation, la métaphore, le choix du lexique, etc. Ce sont ces éléments et les caractéristiques dominantes du design d'interfaces, qui permettent de distinguer un groupe culturel d'un autre. Les comportements sont constitués par les actions et les réactions, en conformité avec les normes et les valeurs de chaque culture. Les symboles représentent les véhicules par lesquels l'information culturelle se transmet d'une génération à l'autre, sous la forme d'une connaissance implicite. Il y a des symboles propres à chaque culture, comme le texte, les images, les icônes, les couleurs, etc. Certains éléments de dessin sont propres à une culture, tandis que d'autres le sont à un genre. De plus, il existe des relations de dominance visuelle entre la culture et le genre. L'interprétation de signes d'interfaces est influencée par le système

²⁵ Les marqueurs culturels sont des éléments et des dispositifs de conception d'interface qui sont répandus, et probablement préférés, chez un groupe culturel particulier. De tels marqueurs signifient une affiliation culturelle. Un marqueur culturel, tel qu'un symbole national, une couleur, ou une organisation spatiale, par exemple, dénote d'une utilisation conventionnelle du dispositif dans le site Web, par opposition à une composante anormale qui se produit rarement (Badre, 2000).

sémiotique du milieu qui l'entoure; c'est pour cette raison que les interfaces doivent être conçues de façon à intégrer les systèmes sémiotiques des utilisateurs.

En adoptant une approche culturelle pour la conception d'interfaces, les concepteurs doivent connaître le bagage de connaissances culturelles des utilisateurs, parce que ce bagage exerce une influence sur l'interprétation des messages dans les interfaces et par conséquent, fait partie du contexte de l'utilisateur. Selon Honold (2000), la culture s'adresse aux modes probables de la perception, de la pensée et de l'action des utilisateurs. Les utilisateurs allemands des téléphones cellulaires aiment les manuels d'utilisateurs concis et écrits clairement, par contre, les chinois donnaient importance à la qualité d'information graphique Honold (1999).

Marcus et Gould (2000), dans le cadre de leurs recherches, ont appliqué les dimensions culturelles intangibles suggérées par Hofstede (1991) à la conception de sites Web. Ils ont observé que les éléments culturels s'intégraient dans les interfaces d'utilisateur, comme un ensemble d'indicateurs contextuels et sociaux, facilitant ainsi leur utilisation. Ils proposent que les dimensions culturelles spécifiques de l'utilisateur puissent être assorties aux composantes d'interface comme les métaphores, les modèles mentaux, la navigation, l'interaction et l'apparence. Par exemple, en établissant une correspondance entre l'absence d'incertitude et la navigation; ils ont constaté que dans les pays où les gens ont tendance à éviter l'incertitude, ces derniers préfèrent les commandes simples comprenant peu d'options, tandis que ceux tolèrent mieux l'incertitude préfèrent des commandes complexes intégrant des options multiples. Ce processus d'établissement des correspondances leur a permis de suggérer des directives pour la conception d'interfaces d'utilisateur, en se basant sur les dimensions culturelles proposées par Hofstede (1991). L'objet de cette étude permet d'identifier les normes et les conventions de conception d'une interface qui distinguent des cultures telles qu'elles se manifestent dans un site Web, et aussi de comprendre comment les aspects culturels influencent les variations de comportements et de pratiques des utilisateurs.

La culture joue un rôle important dans les préférences des utilisateurs pour l'interprétation des interfaces même si ces aspects culturels apparaissent parfois moins tangibles. L'utilisation d'interfaces culturellement contextualisées, dans les espaces Web, devrait favoriser la communication, il est donc important de se pencher sur la façon dont celles-ci peuvent promouvoir une meilleure efficacité dans leur interaction avec les utilisateurs.

Les recherches, sur les aspects culturels dans les interfaces de site Web, démontrent les différentes perceptions de chaque culture qui peuvent se retrouver dans les couleurs, les graphiques, les expressions, les bruits, les icônes, les polices, les images, les symboles, le format de date et d'heure, etc. Les utilisateurs de différentes cultures peuvent comprendre les mêmes sites Web de plusieurs manières complètement différentes. Les différentes perceptions propres à chaque culture peuvent aussi se rencontrer dans certaines métaphores, modes de navigation, d'interaction ou d'autres

aspects qui pourraient être mal compris, mal interprétés, ou qui pourraient même choquer voire offenser les utilisateurs. Des recherches ont été menées en vue d'identifier des modèles, des similitudes et des différences dans les différentes cultures. Ces différences entre les cultures peuvent causer des problèmes d'efficacité quant à l'utilisation des interfaces.

Les développeurs d'interfaces qui désirent que leurs sites Web soient utilisables par des utilisateurs d'un peu partout dans le monde, doivent considérer l'impact que la culture peut exercer sur la compréhension et l'utilisation des interfaces en leur milieu physique et social. Ils devraient analyser les besoins, les préférences et les attentes des utilisateurs de différentes cultures en se référant aux théories culturelles. Les facteurs tels que la date, le calendrier, le numéro de téléphone, l'adresse, les polices, les unités de mesure et les devises sont déjà bien définies et peuvent être facilement analysés par le développeur de site Web, mais d'autres facteurs tels que les perceptions et les modèles mentaux sont plus difficiles à analyser et exigent une attention toute particulière, parce qu'ils sont subjectifs et donc, ont des significations diversifiées.

Des recherches liées aux aspects culturels dans les interfaces Web sont en cours, en vue de démontrer l'importance de créer un contenu Web basé sur les expériences appropriées à chaque culture. Ces recherches suggèrent que les composantes d'un tel site Web devraient comprendre la traduction de langues, mais aussi inclure les valeurs, les symboles, l'esthétique (couleurs, configurations, formes, etc.), les graphiques culturels, etc., qui établissent une expérience familière et de soutien aux utilisateurs, qui en sont les consommateurs.

D'après ces recherches, les interfaces de systèmes Web, se doivent de répondre aux besoins des utilisateurs en plus de facteurs tels que: le budget, la compatibilité technologique; la pertinence et la fiabilité aux conditions de l'environnement technologique, la performance des plates-formes, les normes (industrie et autres); le langage de développement et de publication; les politiques d'accès aux environnements, etc. Elles doivent aussi s'adapter au contexte de l'utilisation, aux capacités et aux limitations motrices, cognitives, neurologiques, physiologiques, émotionnelles et même culturelles. L'un des mérites liés à la réalisation de ces recherches est de reconnaître l'importance du contexte de l'utilisation dont les interfaces font partie, comme le milieu physique et social dans lequel une interface est utilisée, tel qu'un agent conditionneur dans la perception de l'utilisabilité d'une interface. Du fait que la culture influence nos valeurs, nos perceptions et notre comportement, pour atteindre une bonne utilisabilité d'une interface de système informatisé il est nécessaire d'assurer l'adéquation de son contenu et de son design à la culture des utilisateurs.

Les recherches ont confirmé qu'en plus des facteurs personnels et psychologiques, les facteurs sociaux et culturels ont une influence sur la réception de la communication d'une interface. Les facteurs culturels constitueront de nouveaux acquis pour la modélisation des interfaces. Un des aspects qui apparaît comme important dans la compréhension de la communication culturelle est la capacité de distinguer les normes et les valeurs d'une culture déterminée, ainsi que ses

modes de perception de l'univers. Bien que le processus physique de la perception soit pratiquement le même pour tous, la culture est celle qui joue un rôle important dans le processus final d'interprétation et d'évaluation des interfaces; on peut dire qu'elle est la perception même des faits qu'elle est le filtre de lecture et de compréhension des interfaces. On sait, que les facteurs culturels sont difficiles à modéliser, parce qu'ils sont subjectifs, souvent ils sont sous-entendus. Même ainsi, d'après ces recherches, il faut essayer de considérer la culture dans la conception des interfaces, du fait qu'elle exerce une grande influence sur la façon avec laquelle les utilisateurs comprennent les interfaces et la façon dont ils interagissent avec elle. Si l'on considère que l'hétérogénéité culturelle provoque différentes formes de perception, et sachant que de plus en plus les différences culturelles peuvent susciter des conflits et des difficultés de communication, la conception d'interfaces des systèmes informatisés doit prendre en considération un ensemble de stratégies de communication, liées aux caractéristiques culturelles des utilisateurs, dans le but d'en réduire les efforts cognitifs.

2.2.3 Sémiotique

La sémiotique est définie par Peirce (1977), comme la doctrine formelle des signes. Dans ses recherches sur la sémiotique, Peirce a mis en relation tous les types de signes, tel que les langages écrits, oraux et corporels, les figures, la littérature, le film, le théâtre, etc. Du fait que les sociétés ou les individus utilisent des symboles, la fonction symbolique est à la base de la culture, les cultures sont tissées de symboles. Il y a fonction symbolique quand il y a des signes. Un signe est quelque chose tenant lieu de quelque chose d'autre pour quelqu'un, sous quelque rapport ou à quelque titre (Peirce, 1977). Selon Peirce, le signe est présenté en sémiotique comme une relation triadique entre l'objet (ce qui est représenté), le « représentamen » (ce qui représente) et l'« interprétant » (le processus de représentation). Autrement dit, un signe est défini comme une relation triadique, où une chose (le représentamen) est pour un certain objet/concept (le référent) pour quelqu'un (l'interprétant) dans un certain aspect, c'est-à-dire un signe ou un représentamen, qui est celui qui, sous un certain aspect ou d'une certaine manière, représente quelque chose pour quelqu'un. Ainsi, dans le signe, il y a une triple relation entre l'objet, l'interprétant et le représentamen. Par exemple, le mot « ordinateur » est un signe et son objet peut être un ordinateur quelconque; l'interprétant est pour nous le fait de se représenter l'ordinateur en pensée en lisant le mot; le représentamen est le mot lui-même « ordinateur »; de cette façon, le signifiant (symbole) est le véhicule de l'information. Ainsi, les images, les figures et sons qui représentent un objet quelconque du monde réel dans l'interface de l'ordinateur sont des représentamens.

Peirce (1977), dans ses recherches, a établi trois catégories de signes : i) L'icône : est le signe qui maintient des caractéristiques perceptibles de l'objet auquel il se réfère, c'est-à-dire qu'il se réfère à l'objet par analogie, indépendante de l'existence de l'objet (images, diagrammes, cartes, portraits, photographies, types d'algèbre, etc.); ii) L'indice : est ce qui est intrinsèquement lié, d'une manière causale, au sens de l'objet, c'est-à-dire qui se réfère à l'objet en vertu du fait d'être affectée par lui-même (fumée signifiant feu, nuage avec éclair signifiant pluie, trace de pas dans le sable, etc.); iii)

Le symbole : est le signe dont la relation avec l'objet est arbitraire et purement conventionnelle, c'est-à-dire qu'il se réfère l'objet à travers une règle ou convention (l'alphabet, les couleurs des panneaux de signalisation, la colombe de la paix, etc.). Pour les trois catégories de signes, le degré de connexion entre signifiant (symbole) et signifié (idée qui est transmise) est différent. Selon le contexte, signifié et culture, les relations entre signifiant et signifié varient.

Eco (1976), en nous proposant sa vision de la sémiotique, le fait en disant qu'elle est la discipline qui étudie les signes, les systèmes de signes, la signification, la communication et tous les processus culturels. Les conventions et les normes culturelles, dans une société, sont les dimensions des signes, puisque l'être humain entre en relation avec le monde et son milieu social par la médiation des signes. L'expérimentation et l'interprétation de signes permettent de construire des mondes qui sont directement en relation avec ceux-ci. Selon leur point de vue, la sémiotique est comme un programme de recherche qui étudie tant les processus culturels que les processus de communication.

Pour Saussure (1972), la sémiotique est perçue comme étant la pratique de description et d'analyse du sens, elle s'occupe des objets qui résultent d'un processus de construction sociale, c'est-à-dire plus précisément de ces objets qui peuvent être caractérisés par la relation entre le signifiant (image du signe), le signifié (concept mental) et des signes (mots). La sémiotique est la science des signes et des processus significatifs dans la nature et dans la culture (Nöth, 1995). Ainsi, la sémiotique peut également être comprise comme une science qui étudie les signes et qui nous permet de comprendre comment les signifiés peuvent être socialement construits.

2.2.4 Interface

Les interfaces deviennent un souci pour plusieurs chercheurs tantôt pour ceux du côté de l'informatique comme ceux des sciences cognitives. Dans leurs recherches Bonsieppe (1997) souligne l'importance d'une bonne interface; il affirme que l'interface est un moyen qui peut frustrer et irriter; faciliter ou rendre difficile l'apprentissage; devenir amusant ou ennuyeux; révéler des liens entre les informations ou les rendre confuses; ouvrir ou exclure des possibilités d'action effective instrumentale ou communicative. D'après Norman (1986), lorsque de la conception de l'interface d'un système devient centrée vers les utilisateurs, la philosophie de développement de systèmes se déplace du monde des machines et des données pour s'orienter vers l'être humain et son interaction avec les interfaces. Dans cette perspective, le projet de l'interface commence avec l'étude de l'utilisateur : ses facteurs cognitifs (perception, mémoire, apprentissage, résolution de problèmes, etc.), ses tâches, ses objectifs et son degré d'expérience. Modeler une interface à partir de cette philosophie consiste à représenter tous les échanges d'information qui pourraient se produire entre l'utilisateur et le système. Dans le but d'arriver à mieux comprendre l'utilisateur, puisqu'il se trouve au centre du processus de conception d'interface (Norman, 1986), de nouveaux apports dans la construction d'interface de systèmes sont apparus. La conception d'interfaces doit être centrée sur les besoins des utilisateurs. Les interfaces de systèmes informatisés diffèrent

des interfaces des autres machines, en ce qu'elles exigent un plus grand effort cognitif de la part des utilisateurs dans ses activités d'interprétation et d'expression des informations que le système les traite.

L'approche cognitive pour soutenir la conception de systèmes interactifs utilise des modèles cognitifs qui décrivent les processus et les structures mentales (mémoire, interprétation, planification et apprentissage), permettant aux développeurs des systèmes de comprendre les processus cognitifs des utilisateurs et de réaliser des expériences à partir des modèles cognitifs. Dans l'approche cognitive selon Norman (1986, 1998), le développeur doit construire initialement un modèle mental du système, de la façon dont il se représente la conceptualisation du système, c'est-à-dire le modèle de conception. Pour la construction du système, deux autres modèles doivent être pris en considération, le modèle de tâches, qui représentent les tâches que les utilisateurs réaliseront à l'aide du système et le modèle de l'utilisateur, qui représente les caractéristiques et les besoins des utilisateurs. Une fois l'étude de ces modèles faite, il s'agit de les mettre en place en ayant en tête «l'image du système» que correspondant à la partie visible du système, avec lequel l'utilisateur interagira. En interagissant avec le système, l'utilisateur finira par trouver son propre modèle mental, c'est-à-dire le modèle d'utilisation du système. En se basant sur ce modèle, l'utilisateur planifiera comment réaliser les tâches et comment interpréter les réponses présentées par le système en l'utilisant.

D'un autre côté, en considérant l'interface comme un message envoyé par le concepteur à l'utilisateur, ceci nous fait prendre conscience de l'importance du rôle d'utilisateur, en tant que sujet actif dans le processus de communication. Andersen (1993), considère l'interface de l'ordinateur comme étant un médium, c'est-à-dire un milieu où les signes sont présentés pour favoriser la communication, ce qui montre l'importance de prendre en considération les éléments sémiotiques pour la conception des interfaces. D'après lui, la sémiotique computationnelle peut être considérée comme une branche de la sémiotique qui étudie la nature spécifique des signes intégrés à l'ordinateur, en autant qu'ils sont en service. Pour cet auteur, le terme sémiotique computationnelle est défini comme une discipline de la sémiotique²⁶ qui étudie la nature et l'utilisation des signes dans le contexte des ordinateurs. L'emploi d'approche sémiotique dans la conception d'interface utilise les bases théoriques de la sémiotique, qui sont l'étude des signes et des systèmes sémiotiques de communication, ainsi que les processus compris dans la production et l'interprétation des signes. Du point de vue de la sémiotique computationnelle, les interfaces sont comme des codes qui diffusent les messages de cultures.

L'approche sémiotique d'interface se basé sur la théorie de Peirce (1977), dans laquelle il définit un signe comme étant quelque chose qui, d'une certaine façon, représente quelque chose pour quelqu'un. Selon Andersen (1990, 1993), programmé, pris dans le sens de la sémiotique du terme, c'est utiliser l'ordinateur en vue d'essayer d'exprimer quelque chose à des personnes. D'après Andersen, les signes de calcul sont définis comme des signes concurrents, ceux-ci

²⁶ La sémiotique est l'étude des signes et de leur signification.

dépendent de l'utilisateur pour qu'ils puissent se réaliser en tant que signes. Selon le point de vue d'Andersen, les systèmes computationnels doivent être perçus comme un médium. Les bases de la sémiotique informatique proposée par Andersen (1990, 1993) se distinguent en trois domaines d'études : i) Le signe, les différents types de signes et les différents processus par lesquels ceux-ci acquièrent un sens et le transmettent; ii) Les codes ou systèmes qui organisent des signes, incluant la communication, la codification et la décodification; iii) La culture dans laquelle les signes sont utilisés.

L'approche sémiotique de la conception d'interface, lorsqu'elle utilise un système sémiotique dans l'élaboration du message, fait usage des signes, en les employant comme une ressource pour l'élaboration de l'expression et du contenu. L'approche sémiotique se sert des principes sémiotiques pour orienter le développeur dans le choix des éléments expressifs de l'interface qui permettront à l'utilisateur d'interpréter les fonctions, les objets et les modes d'interaction avec le système, contribuant ainsi à l'apprentissage du système lui-même. C'est par le biais des éléments sémiotiques que le développeur communique le modèle d'utilisabilité du système.

En utilisant l'approche sémiotique, l'interface est conçue comme un acte de communication, qui engage le développeur dans le rôle d'émetteur d'un message et les utilisateurs du système qu'il aura créé dans le rôle de récepteur. Ainsi, la sémiotique qui met en rapport la communication avec la culture comme source de connaissance théorique finit par avoir un rôle très important dans l'IHM. Selon De Souza (1993), dans l'approche sémiotique le message du développeur est de nature dynamique et interactive, puisqu'il est composé d'un ensemble de signes –de mots, de graphismes, d'images, de sons, etc. – échangés entre l'utilisateur et le système pendant le processus d'interaction.

3. Proposition

3.1 Introduction

La proposition de recherche présentée ici a pour objet la conception d'un modèle conceptuel culturel d'interface pour l'environnement d'apprentissage en ligne *Virtuale*²⁷, dans le but d'améliorer l'utilisabilité. Cette proposition fait partie des observations faites dans la pratique pédagogique de tous les jours et dans la littérature relative au domaine de recherche, lesquelles démontrent l'importance de la présence d'éléments culturels dans les interfaces des systèmes Web. De plus, la pleine reconnaissance de ces recherches et de ces observations suggère qu'il est important de se pencher sur la conception et la mise en place d'interfaces personnalisées, et d'utiliser en ce sens les théories cognitives associées aux méthodes informatiques. Nous avons besoin de décrire les concepts référents à l'interface pour l'environnement d'apprentissage en ligne selon le contexte culturel des utilisateurs. En raison, de ce constat, l'objectif de la recherche consiste à décrire les différents concepts liés à la culture et à l'interface. Pour ce là, une approche d'ingénierie ontologique peut avoir un intérêt particulier en permettant de conceptualiser un modèle sémantique d'interface centré sur la culture des utilisateurs. De ce fait, nous cherchons à développer un nouveau modèle conceptuel d'interface par le biais d'ontologie pour l'environnement d'apprentissage en ligne *Viruale*, en tenant compte des caractéristiques culturelles propres à chacun des types d'utilisateurs tout en améliorant l'utilisabilité de cet environnement. L'emploi d'ontologies servira à identifier les divers concepts généraux du domaine de la culture et des interfaces, afin de développer un réseau sémantique et de produire une spécification des interfaces de l'environnement d'apprentissage en ligne *Virtuale* dorénavant appelé *Virtuale cultural*, tenant compte des préférences culturelles des utilisateurs brésiliens. À travers ces ontologies se réalisera la mise en correspondance des éléments d'interface et des éléments culturels. Pour concevoir l'ontologie en privilégiant les éléments culturels, il faut d'abord identifier les composants d'interface et les préférences culturelles des utilisateurs brésiliens, en identifiant les divers concepts de ces domaines et les relations entre eux. L'ontologie référée représentera l'ensemble des concepts tel que les composants d'interface et des éléments de culture associés. Ces concepts seront définis sous la forme d'une hiérarchie de classes et sous classes auxquelles sont associés des attributs (caractéristiques de ces composantes) et des instances des classes qui ont des valeurs définies pour leurs attributs.

Sur le plan théorique, du point de vue des sciences cognitives, nous nous proposons de concevoir les interfaces en tenant compte principalement des apports anthropologiques et sémiotiques. Ces apports établissent quelques éléments significatifs de la culture de certains pays, dont le Brésil, qui pourront être transformés en paramètres, pour définir le profil des utilisateurs. Ces paramètres liés aux concepts du domaine feront partie d'une spécification d'interface pour l'environnement d'apprentissage en ligne *Virtuale cultural*. Les éléments culturels seront liés aux attributs de l'interface sur

²⁷ Développé au Centre universitaire FEEVALE - Brésil

la forme de marqueur culturel, afin d'établir des interfaces que seront utilisés pour identifier le profil culturel des utilisateurs, en définissant la forme autant que le contenu de l'interface devrait lui être présenté. Cette spécification se fondera sur une description des éléments d'interface qui correspondent au profil culturel des brésiliens, mais plus précisément de la région sud du Brésil.

3.2 Hypothèse et cheminement méthodologique

Suivant la littérature relative aux aspects culturels utilisés dans les interfaces, la pertinence des interfaces ne dépend pas seulement des caractéristiques de la technologie ni de la nature de l'activité réalisée, mais bien des valeurs propres au vécu culturel spécifique de chaque type d'utilisateur. Des anthropologues comme Hall (1979, 1990), Hofstede (1980, 1991), Trompenaars (1994), Trompenaars et Hampden-Turner (1998) parlent de certaines dimensions culturelles qui peuvent exercer une influence quant à l'acceptation ou non de certaines interfaces des sites Web. Marcus (2000), Marcus et Gould (2000), Evers (2001a) a appliqué, dans le cadre de leurs travaux, les dimensions culturelles suggérées par Hofstede (1980, 1991), en analysant les interfaces de sites Web. Ils ont observé que les éléments culturels intégrés dans les interfaces utilisateur tel un ensemble d'indicateurs contextuels, permettent d'appréhender plus facilement leur utilisation. Ces derniers analysent les dimensions culturelles : Power distance, Uncertainty avoidance, Masculinity/Femininity, Individualism/Collectivism et Time orientation, dans la conception des composantes d'interface. De même, dans notre revue de littérature d'Andersen (1990, 1993), Badre et Barber (1998), Evers (1998). Evers *et al.* (1999) et De Souza (1993), nous avons noté un certain nombre d'éléments sémiotiques sur la forme des marqueurs culturels (la langue, les symboles, les mots, les couleurs, les images, l'organisation spatiale, etc.) pouvant influencé sur le degré d'acceptation de certaines interfaces. Les systèmes sémiotiques sont dépendants du contexte culturel des utilisateurs, et un même signe peut avoir différents signifiés dépendants de la culture où les utilisateurs sont insérés.

De ces constatations, notre hypothèse générale repose sur le fait qu'en adaptant les éléments culturels à l'interface d'environnement d'apprentissage en ligne, nous pourrons améliorer l'utilisabilité de l'environnement d'apprentissage en ligne.

De cette hypothèse générale, découle les sous hypothèses suivantes :

H1: L'utilisation des dimensions culturelles propres à la culture des utilisateurs dans l'interface d'environnement d'apprentissage en ligne favorise l'utilisabilité du système.

H2: L'utilisation des éléments sémiotiques culturels propres à la culture des utilisateurs dans l'interface d'environnement d'apprentissage en ligne favorise l'utilisabilité du système.

3.3 Méthodologie

Selon De Bruyne *et al.* (1974), le choix d'une méthodologie de recherche amène nécessairement un mode d'investigation conséquent et des moyens d'approche de ce qu'on appelle le « réel » et la compréhension des informations recueillies en fonction du type de collecte des données. Mais, ce choix est directement lié aux objectifs de la recherche, aux connaissances du chercheur et au terrain où elle sera développée; ces éléments peuvent influencer l'évolution du projet de recherche.

En ce qui concerne les types de recherche, nous avons considéré que notre démarche est de type exploratoire. En tenant compte du paradigme classique de recherche, on peut dire que ce type d'étude constitue une étape transitoire dans l'élaboration des théories. Celles-ci doivent être développées de manière à être validées par des expérimentations. L'usage de ce type de recherche favorise la compréhension des problèmes qui servira à esquisser des hypothèses et de nouvelles solutions. Donc, dans un domaine comme celui de l'informatique et des sciences cognitives avec des approches nouvelles, en l'occurrence : les ontologies, le Web sémantique, les interfaces adaptatives, où il y a encore beaucoup d'études à faire, nous considèrent que la nature de cette recherche liée aux aspects culturels constitue une opportunité d'application intéressante. Ainsi, notre but est de trouver de nouvelles pistes d'avancement en répondant à nos questions de recherche que nous rappelons ici : Est-ce que les éléments culturels ont des influences sur l'utilisabilité des interfaces d'environnements d'apprentissage en ligne? Est-ce que les ontologies peuvent contribuer à la conception des interfaces culturelles pour les environnements d'apprentissage en ligne, de façon à ce que les utilisateurs puissent avoir une interface plus proche de leurs sensibilités?

a) Modèle théorique

Avant de développer l'ontologie, nous avons cherché à faire la synthèse de la littérature du domaine des interfaces, de la culture ainsi que sur les ontologies. Ce travail s'avère fondamental pour acquérir la connaissance des domaines afin de développer l'ontologie.

b) Acquisition des connaissances

Pour l'acquisition des connaissances, nous allons réaliser des observations formelles par le biais des questionnaires et des entrevues auprès des experts du domaine des interfaces et aussi des experts de la culture afin de recueillir les informations à propos des concepts pertinents. Nous allons réaliser des observations systématiques par le biais des questionnaires et des entrevues auprès des utilisateurs afin de recueillir de façon plus complète les failles concernant l'utilisabilité du système en fonction des aspects culturels des utilisateurs et pour mieux cerner quels éléments culturels principaux devraient soutenir des interfaces adaptées au contexte culturel brésilien.

Les connaissances ainsi acquises représenteront les informations culturelles nécessaires à l'amélioration de l'utilisabilité de l'interface de l'environnement d'apprentissage en ligne *Virtuale cultural*.

c) Conception d'ontologie

Il faut amorcer l'ontologie avec une connaissance des concepts qui soit réellement pertinente au domaine. Il existe quelques méthodes formelles de développement des ontologies. Nous avons choisi la méthode décrite dans le *Guide 101* développé par Noy et McGuinness (2001). À ce stade, nous sommes en train de définir l'ensemble des concepts tel que les composantes d'interface et de culture. Ces concepts sont définis sous la forme d'une hiérarchie de classes et de sous-classes auxquelles sont associés des attributs (qui définissent les contraintes sur les attributs de ces composantes–axiomes) et des instances des classes qui ont des valeurs définies pour les attributs. Nous procéderons ensuite à la modélisation conceptuelle de l'ontologie, avec la spécification des préférences culturelles des utilisateurs, en utilisant l'outil éditeur d'ontologie Protégé, par le biais du langage OWL-DL (Ontology Web Language – Descriptive Logique). Afin de tester la consistance et la validation sémantique des ontologies créées, nous utiliserons l'outil de validation d'ontologie Racer, un outil compatible avec Protégé.

d) Expérimentation du modèle et de la maquette

L'expérimentation de ce nouveau modèle conceptuel et navigationnel d'interface sera présentée aux utilisateurs à l'aide de maquettes. Celles-ci, dans la mesure du possible, seront construites de façon itérative en collaboration avec des utilisateurs typiques. Les maquettes développées seront présentées aux utilisateurs en leur demandant de voir comment ils apprécieraient l'interaction pour des situations typiques d'activités. Les maquettes seront ensuite évaluées par des usagers en utilisant des questionnaires et des entrevues qui s'inspireront des critères ergonomiques d'utilisabilité [Bastien et Scapin, (1993), Nielsen, (1994), Ravden et Johnson, (1989), Shneidermann (1998)] et des dimensions culturelles [Hall (1979,1990), Hofstede (1980 et 1991), Trompenaars (1994), Trompenaars et Hampden-Turner (1998)].

e) Évaluation et ajustements du modèle

Après les essais auprès des utilisateurs, nous poursuivrons l'analyse et l'interprétation des données qui permettra de vérifier le niveau d'acceptabilité du nouveau modèle d'interface. Les données serviront de base de comparaison pour l'évaluation de l'interface culturelle adaptée. Suite à l'analyse et l'interprétation des résultats, nous achèverons le travail par des recommandations visant à corriger le modèle ontologique et la maquette de l'environnement d'apprentissage en ligne *Virtuale cultural*.

3.4 État d'avancement des travaux

Dans cette partie nous exposerons l'état d'avancement de notre recherche :

Nous avons déjà réalisé des entrevues informelles auprès d'utilisateurs brésiliens d'environnement d'apprentissage en ligne *Virtuale*, pour mieux cerner les problèmes d'utilisabilité par rapport aux aspects culturels d'interface. Les résultats de ces entrevues montrent que cet environnement n'est pas convivial, car il manque, entre autres, des éléments culturels propres à la culture brésilienne. Ces entrevues nous ont permis de remarquer que les failles sont liées au manque d'éléments culturels. De nouvelles entrevues seront faites tout au long du développement du modèle ontologique.

Au début de notre proposition de recherche, nous avons passé en revue la littérature concernant les aspects cognitifs reliés à la culture et aussi les aspects informatiques en liens avec les interfaces et ontologies. Ces lectures nous ont aidés à mettre en lumière ces deux domaines de connaissance, mais aussi le rapport qui existe entre eux, en vue de la rédaction de cette proposition de recherche.

En ce que concerne le volet informatique, nos lectures se sont centrées sur les processus du génie logiciel nécessaires à la conception des interfaces d'un environnement d'apprentissage en ligne pour les systèmes hypermédia, ainsi que les domaines liés aux systèmes hypermédias adaptatifs. Ensuite, nous avons étudié l'IHM, les concepts d'utilisabilité d'interface, ainsi que les applications à la conception des interfaces humain-ordinateur. Enfin, nous nous sommes concentrés sur l'étude de la littérature concernant les ontologies. Nous avons porté notre attention sur la compréhension des concepts de culture du domaine des sciences cognitives du point de vue sémiotique et aussi du point de vue sociologique et anthropologique. Pourquoi ces intérêts? Parce que le but de notre étude est de concevoir un modèle ontologique pour l'interface d'un environnement d'apprentissage en ligne tenant en compte des éléments significatifs de la culture des utilisateurs.

À partir de ces connaissances théoriques, tant du point de vue des sciences cognitives que de l'informatique, nous avons fait l'analyse de l'environnement d'apprentissage en ligne, en étudiant le *Virtuale*, afin de connaître ses faiblesses du point de vue culturel. Puis, nous avons planifié les lignes directrices pour la conception du modèle ontologique d'interface culturel, en nous référant aux éléments culturels propres à la culture brésilienne.

Nous avons établi la première structure du modèle conceptuel ontologique de la nouvelle version de l'environnement d'apprentissage en ligne *Virtuale cultural*, en privilégiant les concepts d'interface reliés à la culture des utilisateurs brésiliens. Nous cherchons à décrire le lien entre les éléments de la culture brésilienne et les composants d'interface de l'environnement d'apprentissage en ligne qui privilégient les dimensions culturelles, en ce qui concerne les éléments sémiotiques et anthropologiques de la culture brésilienne. Nous avons commencé à concevoir la représentation de l'ontologie d'interface en utilisant l'outil Protégé.

3.5 Prochaines étapes

Dans notre approche, il reste encore quelques étapes à accomplir :

Étape b : Acquisition des connaissances

Étape c : Conception de l'ontologie

Étape d : Expérimentation du modèle et de la maquette

Étape e : Évaluation et ajustements du modèle

3.6 Originalité et contribution

Les réflexions concernant l'influence de la culture sur l'être humain et son environnement sont de plus en plus présentes dans les discussions orales et dans la littérature écrite. Ces réflexions touchent toutes les endroits où il y existe une présence humaine, par exemple les organismes, les entreprises, l'église, l'école, etc., dans les milieux de l'espace virtuels, l'influence culturelle est aussi présente. Des études sont déjà faites pour démontrer l'importance de la présence d'éléments culturels dans le site Web, principalement dans les sites Web d'achat, comme l'ont démontré les études de Marcus (2000), Marcus et Gould (2002), Cyr (2004), Cyr et Trevor-Smith (2004). Avec la croissance et la popularité des systèmes d'apprentissage en ligne et en raison de l'hétérogénéité culturelle des utilisateurs, on observe que ces systèmes se trouvent face à une nouvelle sorte de problème, c'est-à-dire l'adaptabilité de leurs interfaces à la culture des utilisateurs. En jetant un coup d'oeil sur quelques modèles d'environnement d'apprentissage en ligne, pour savoir s'il y en avait déjà quelques-uns qui pouvaient accommoder l'hétérogénéité culturelle des utilisateurs, nous avons perçu que, pour le moment, il n'existe aucun système d'apprentissage en ligne qui offre des services selon le profil culturel des utilisateurs. Voilà un sujet passionnant et nouveau de recherche. Il est envisagé d'offrir éventuellement aux utilisateurs de cours à distance des environnements d'apprentissage en ligne adaptés aux profils culturels des apprenants. Nous commençons à percevoir la nécessité d'un design des interfaces plus proches de la culture des utilisateurs. Afin de favoriser l'hétérogénéité culturelle des utilisateurs, on a trouvé appui, du point de vue cognitif, sur les théories des dimensions culturelles des anthropologues et du point de vue de la communication nous nous appuyerons sur les théories sémiotiques de la culture, en utilisant l'approche informatique des ontologies.

Cette proposition de recherche est innovatrice, car elle a pour but de prendre en compte l'importance de tenir compte des profils culturels dans les environnements d'apprentissage en ligne, afin de mettre en confiance les utilisateurs. L'ambition de cette proposition de recherche est de parvenir à intégrer dans les interfaces des systèmes d'apprentissage en ligne la complexité du profil culturel d'un apprenant dans un réseau globalisé. Les contributions de cette étude se situent à deux

niveaux : i) d'une part, dans le domaine de la contribution des sciences cognitives au processus de développement des environnements d'apprentissage en ligne plus conviviale et adaptable à la culture des utilisateurs; ii) d'autre part, dans les domaines de l'informatique avec l'utilisation des ontologies où nous espérons que notre recherche pourra contribuer, entre autres, à : i) améliorer les procédures pour la conception, le développement et la mise en place des modèles conceptuels des systèmes informatiques, surtout en ce qui concerne les interfaces d'environnement d'apprentissage en ligne ; ii) améliorer la compréhension des interfaces des environnements d'apprentissage en ligne; iii) faire, le lien entre les domaines des sciences cognitives et l'informatique pour améliorer les systèmes informatisés; iv) améliorer l'utilisabilité de l'environnement d'apprentissage en ligne.

3.7 Obstacles encore à franchir

Pour la concrétisation de ce projet de recherche, nous sommes encore confrontées à quelques obstacles, que nous aimerons aplanir jusqu'à la concrétisation de la thèse :

- i) En ce que concerne la complexité par rapport à la terminologie du domaine de l'informatique et des sciences cognitives, il manque d'uniformité sur les concepts de culture, d'ontologies, de sémiotique, de système d'apprentissage en ligne, d'utilisabilité, entre autres ;
- ii) En ce que concerne l'aspect culturel, on se confronte avec la subjectivité du thème. Naturellement la difficulté est de construire l'ontologie d'interface culturelle, car on touche à la subjectivité des utilisateurs;
- iii) Par rapport la littérature scientifique concernant les aspects culturels des environnements d'apprentissage en ligne malheureusement il n'y a pas des recherches dans ce domaine;
- iv) La difficulté d'intégration des éléments culturels significatifs avec les éléments d'utilisabilité d'interface et d'environnement d'apprentissage en ligne;
- v) L'absence d'un budget pour le développement de cette recherche;
- vi) La disponibilité du temps pour faire la recherche.

4. Références bibliographiques

- Adler, N. (2000). International dimensions of organizational behavior. 4th edition. Ohio: South-Western.
- Adler, P. S. and Winograd, T. A. (1992). The Usability Challenge, In Usability: Turning Technologies into Tools, Edited by Paul Adler & Terry Winograd, Oxford University Press.
- Andersen, P. B. (1990). A Theory of Computer Semiotics. Cambridge University Press.
- Andersen, P. B. (1993). A Semiotic Approach to Programming. In Andersen, Holmqvist And Jensen (Eds.) Computers as Media. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Badre, A.N. and Barber, W. (1998). Culturability: The Merging of Culture and Usability. In Proceedings of 4th Conference on Human Factors & the Web.
- Baecker, R.M. and Buxton, W.A.S. (1987). Readings in Human-Computer Interaction: A multidisciplinary approach. Morgan Kaufman, Los Altos, California.
- Bastien, J. M. C., and Scapin, D. L. (1993). Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces. (Relatório de Pesquisa N°. 156). INRIA -Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, Rocquencourt, França.
- Bastien, J.M.C., Leulier, C., and Scapin, D.L. (1998). L'ergonomie des sites web. In J.C. Le Moal & B. Hidoine (Eds.), Créer et maintenir un service Web (pp. 111-173). Paris : ADBS. <<http://www.adbs.fr/uploads/ouvrages/inria98/p111-173.pdf>> Accès : mai 2006.
- Bastien, J.M.C. and Leulier, C. (2001). Les aspects ergonomiques de l'internationalisation des sites web. L'ergonome <http://www.lergonome.org/pages/detail_articles.php?indice=10> Accès : avril 2006.
- Bastien, J. M. C. (2006). L'ergonomie des logiciels interactifs : une question de méthode. <http://www.lergonome.com/pages/detail_articles.php?indice=25> Accès : avril 2006.
- Berners-Lee, T. (1998). What the Semantic Web can represent ? <<http://www.w3.org/DesignIssues/RDFnot.html>> Accès : mai 2005.
- Berners-Lee, T., Hendler, J. et Lassila, O. (2001). The Semantic Web. In: Scientific American, May, 2001.
- Bishr, Y. (1998). Overcoming the semantic and other barriers to gis interoperability. International Journal of Geographical Information Science, 12(4): 299–314.
- Bonsieppe, G. (1997). Design: do Material ao Digital. FIESC/IEL. Florianópolis.
- Boor, S., and Russo, P. (1993). How Fluent Is Your Interface? Designing for International Users. INTERCHI '93 (April 24-29) 346.
- Borst, W. N. (1997). Construction of Engineering Ontologies. Center for Telematica and Information Technology, University of Tweenty, Enschede, NL.
- Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction, 6 (2-3), pp. 87-129.
- Brusilovsky, P. (2004). Adaptive navigation support: From adaptive hypermedia to the adaptive Web and beyond. PsychNology Journal, 2(1), 7 – 23.
- Cyr, D. (2004). International study surveys preferences of website users. Simon Fraser University Media and Public Relations, vol. 29, no. 5, March 04, 2004. <http://www.sfu.ca/mediapr/sfu_news/archives/sfunews03040410.htm>. Accès : avril 2005.
- Cyr, D. and Trevor-Smith, H. (2004). Localization of Web Design: An Empirical Comparison of German, Japanese, and U.S. Website Characteristics. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 55(13): 1-10.
- Chandrasekaran, J. B. and al. (1999). What are Ontologies, and Why Do We Need Them? IEEE Intelligent Systems, v. 14, n. 1, p. 20-26.
- Choong, Y.Y. and Salvendy, G. (1998). Design of icons for use by Chinese in mainland China. Interacting with Computers, 9, 4, 417-430.
- Coutaz, J. (1990). Interface Homme-Ordinateur: Conception et Réalisation. Paris: Bordas-Dunod.
- De Bruyne, J. H. and De Schoutheete, M. (1974). Dynamique de la recherche en sciences sociales, Paris, PUF.
- Del Galdo, E.M. and Nielsen, J. (1996). International User Interfaces. John Wiley & Sons. New York.

- De Souza, C.S. (1993). The Semiotic Engineering of User Interface Languages. *International Journal of Man-Machine Studies* 39. Academic Press. pp. 753-773.
- Dix, A.; Finlay, J; Abowd, G and Beale, R. (1993). *Human-Computer Interaction*. Prentice-Hall International.
- Dolog, P. and Nejd, W. (2003). Challenges and Benefits of the Semantic Web for User Modelling. In Proc. of AH2003 workshop at 12th World Wide Web Conference, Budapest, Hungary, May 2003.
- Dolog, P.; Henze, N.; Nejd, W. and Sintek, M. (2004 (a)). Personalization in Distributed e-Learning Environments. In Proc. of WWW2004 - The Thirteenth International World Wide Web Conference, May 2004.
- Dolog, P.; Henze, N. and Nejd, W. (2004(b)). Reasoning and Ontologies for Personalized E-Learning. To appear in *Educational Technology & Society*, 2004.
- Dolog, P., Henze, N. Nejd, W. and Sintek, M. (2004(c)) The Personal Reader: Personalizing and Enriching Learning Resources using Semantic Web Technologies. In Proc. of AH2004 - International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, August, 2004, Eindhoven, The Netherlands. Springer Verlag.
- Dufresne, A. (2003). Interfaces et intégration des environnements pour le soutien aux activités de téléapprentissage. In A. Senteni & A. Taurisson (Eds.), *Pédagogies.net: L'essor des communautés virtuelles d'apprentissage* (pp. 139-166): Les Presses de l'Université du Québec.
- Eco, U. (1976). *Tratado geral de semiótica*. São Paulo: Perspectiva, (1980). 282p. Originalmente chamado Trattato di semiotica generale.
- Evers, V. (1998). Cross-cultural understanding of metaphors in interface design. In Ess, C. and Sudweeks, F., *Proceedings CATA'98, Cultural Attitudes towards Technology and Communication*, 1-3 August, science Museum, London. University of Sydney.
- Evers, V., Kukulska-Hulme, A., and Jones, A. (1999). Cross-Cultural Understanding of Interface Design: A Cross-Cultural Analysis of Icon Recognition, *Proceedings of the International Workshop on Internationalisation of Products and Systems, IWIPS 1999*, Rochester, NY, May 20-22, 1999
- Evers, V. (2001a). Cross-cultural understanding of graphical elements on the DirectED website. In A. Smith (Ed.), *Proceedings of Annual Workshop on Cultural Issues on HCI*. 5 December 2001, Putteridge Bury, University of Luton. <<http://www.swi.psy.uva.nl/usr/evers/publications.html>> .Accès : 20 fev 2005.
- Evers, V. (2001b). Cultural Aspects of user Interface Understanding: An Emperical Evaluation of an E-Learning Website by International Users Groups. University of Amsterdam.
- Evers, V. (2002). Cross-cultural applicability of user evaluation methods: a case study amongst Japanese, North-American, English and Dutch users. In CHI'02 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (Minneapolis, Minnesota, USA, April 20 – 25.
- Evers, V. and Day, D. (1997). The role of culture in interface acceptance. In S. Howard, J. Hammond and G. Lindegaard (Ed), *Human Computer Interaction INTERACT'97*. Chapman and Hall, London.
- Evers, V. Hulme, K. A. and Jones, A. (1999). Cross-Cultural Understanding of Interface Design: A Cross-Cultural Analysis of Icon Recognition. In E. del Galdo and G. Prahbu (Eds.), *Proceedings of the International Workshop on Internationalisation of Products and Systems. IWIPS 1999*, Rochester, NY, 20-22 May.
- Fernandes, T. (1995). *Global Interface Design. A Guide to Designing International User Interfaces*. Academic Press, Boston, MA.
- Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures; selected essays*. New York, Basic Books.
- Gómez-Pérez, A. (1999). *Ontological Engineering: A state of the Art*. Expert Update. British Computer Society. Autumn. Vol. 2. N° 3.
- Gruber, T. (1993a). A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220.
- Gruber, T. R. (1993b). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In *Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*. Kluwer Academic Publishers, Deventer.
- Guarino, N. (1998). *Formal Ontology and Information Systems*. In Proc. of Formal Ontology and Information Systems, Trento, Italy. IOS Press. <<http://www.loa-cnr.it/Papers/FOIS98.pdf>>
- Hall, E.T. (1979). *Au delà de la culture*, trad. française. Seuil, Paris.
- Hall, E. T. (1990). *Understanding cultural differences*. Maine: Intercultural Press.

- Henze, N. (2005). E-Learning in the Semantic Web: The Personal Learning Object Readers. Joint Workshop of Cognition and Learning through Media-Communication for Advanced E-Learning II (JWCL2), September 28-30 2005, Tokyo, Japan.
- Henze, N. and Nejd, W. (2001). Adaptation in open corpus hypermedia. IJAIED Special Issue on Adaptive and Intelligent Web-Based Systems, 12.
- Hix, D. and Hartson, H.R. (1993). Developing User Interfaces: Ensuring Usability through Product and Process. New York: John Wiley.
- Hofstede, G. H. (1980). Culture's Consequences, International Differences in Work-Related Values. Beverly Hills, Sage Publications.
- Hofstede, G. H. (1991). Cultures and organizations: software of the mind. London. New York, McGraw-Hill.
- Honold, P. (1999). Learning How to Use a Cellular Phone: Comparison Between German and Chinese Users. Technical Communication, 46, 2, 196-205.
- Honold, P. (2000). Culture and Context: An empirical Study for the Development of a Framework for the Elicitation of Cultural Influence in Product Usage. The International Journal of Human-Computer Interaction, Volume 12, Numbers 3&4, 2000: 327-345.
- Kammersgaard, J. (1988). Four different Perspectives on Human Computer Interaction. International Journal of Man-Machine Studies Vol 28 pp 343-362.
- Jasper, R. and Uschold, M. (1999). A framework for understanding and classifying ontology applications. IJCAI-99, Ontology Workshop, Stockholm.
- Laraia, R. (2003). Cultura: um conceito antropológico. Rio de Janeiro: Zahar.
- Laville, A. (1977). Ergonomia. Rio de Janeiro: Campus, 1987. Tradução por Márcia Maria Neves Teixeira. São Paulo: EPU.
- Lima, F. and Schwabe, D. (2003). Application Modeling for the Semantic Web, LA-WEB 2003 - First Latin American Web Conference, Santiago, Chile, 2003 - IEEE-CS Press. < [http://www.tecweb.inf.puc-rio.br/oohdm/space/ Daniel+Schwabe](http://www.tecweb.inf.puc-rio.br/oohdm/space/Daniel+Schwabe)> Accès : 29 mars 2006.
- McGuinness, D.L. and Wright, J. (1998). Conceptual Modeling for Configuration: A Description Logic-based Approach. Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis, and Manufacturing-special issue on Configuration.
- McGuinness, D.L., Fikes, R., Rice, J. and Wilder, S. (2000). An Environment for Merging and Testing Large Ontologies. Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Seventh International Conference (KR2000). A. G. Cohn, F. Giunchiglia and B. Selman, editors. San Francisco, CA, Morgan Kaufmann Publishers.
- Marcus, A. (1994). Managing metaphors for advanced user interfaces. In Proceedings of the Workshop on Advanced Visual interfaces (Bari, Italy, June 01 - 04, 1994). M. F. Costabile, T. Catarci, S. Levialdi, and G. Santucci, Eds. AVI '94. ACM Press, New York, NY, 12-18. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/192309.192317>.
- Marcus, A. (2000). Cultural Dimensions and Global Web User-interface Design: What? So What? No What? In the Proceeding of the 6th Conference on Human Factors and the Web in Austin, Texas.
- Marcus, A. (2001). Cross-Cultural User-Interface for Work, Homme, and On the Way. < <http://www.upassoc.org/conf2001/reg/program/tutorials.htm> > Accès : mai 2003.
- Marcus, A. (2002). Mapping user-interface design to cultural dimensions. Unpublished paper based on a paper prepared for a CHI 2002 Workshop and a paper prepared for Advanced Visual Interfaces.
- Marcus, A. and Gould, E. W. (2000). Crosscurrents: Cultural Dimensions and Global Web User-Interface Design. Interactions, ACM Publisher, www.acm.org, Vol. 7, No. 4, July/August 2000, pp. 32-46.
- Mendes, O. (2005). La construction collaborative d'ontologie par un réseau d'experts, dans une nouvelle discipline scientifique : le Génie logiciel. Project de Recherche. Doctorat d'informatique cognitive. Université du Québec à Montrea. Ca.< <http://www.dinfo.uqam.ca/dic/enseignement>> Accès : jan 2006.
- Mizoguchi, R. (2004). Le rôle de l'ingénierie ontologique dans le domaine des EIAH, Entretien réalisé par Jacqueline Bourdeau, Revue STICEF, Volume 11, 2004, Rubrique, ISSN : 1764-7223.
- Moran, T. (1981). The Command Language Grammars: a representation for the user interface of interactive computer systems. In International Journal of Man-Machine Studies, 15, 3-50.
- Motta, F. P. and Caldas, M. P. (1997). Cultura Organizacional e Cultura Brasileira. São Paulo: Atlas.

Moura, S.S. and Schwabe, D. (2004). Interface Development for Hypermedia Applications in the Semantic Web, Proc. of LA Web 2004, Ribeirão Preto, Brasil. IEEE CS. Press, pp 106-113.

Nanard, J. (1990). La manipulation directe en Interface Homme-Machine, Thèse d'État, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.

Neches, R.; Fikes, R. E.; Finin, T.; Gruber, T R.; Patil, R.; Senator, T. and Swartout, W. R. (1991). Enabling technology for knowledge sharing. *AI Magazine*, 12, 35-56.

Nejdl, W. (2001). Learning Repositories – technologies and Context. To appear in Proceedings of ED-MEDIA 2001 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, June 25-30.

Nejdl, W., and Dolog, P (2003). Integrating adaptive hypermedia techniques and open rdf-based environments. In Proc. of 12th International World Wide Web Conference, Budapest, Hungary.

Nielsen, J. (1990). Designing User Interfaces for International. Use. Amsterdam, Elsevier Science Publishers.

Nielsen, J. (1993). Usability Engineering. Academic Press. Inc. San Diego. Nielsen, J. (1994). Heuristic evaluation. In Nielsen, J., Mack, R.L. (Eds.), Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons, New York, NY.
<<http://www.useit.com/jakob/inspectbook.html>> Accès : 20 mai 2006.

Nielsen, J. (2003). Usability 101: Fundamentals and Definitions – What, Why, How. Jakob Nielsen's Alertbox. <<http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>> Accès : mars 2006.

Nielsen, J. and Tahir, M. (2002). Homepage Usability, 50 Websites Deconstructed. New Riders Publishing.

Noy, F. N. and McGuinness, D. L. (2001). Ontology development 101: a guide to create your first ontology. Stanford University, SMI-2001-0880<<http://ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.doc> > Accès 04 mai 2005.

Norman, D.A. (1986). Cognitive engineering. In: Norman, D.A., Draper, S.W. (Eds.). User centered system design: new perspectives on human-computer interaction. Hillsdale-NJ, EUA: Lawrence Erlbaum. p.31-62.

Norman, D.A. (1988). The Psychology of everyday things. Basic books, USA

Norman, D.A. (2004). Beauty, goodness, and usability. Introduction to the Special Section of Human-Computer Interaction, 19(4), 311-318.

Nóth, W. (1995). Panorama da Semiótica: De Platão a Peirce. São Paulo, Annablume.

Novello, T. C. (2003). Ontologias, Sistemas baseados em Conhecimento e Modelos de Banco de Dados.<http://www.inf.ufrgs.br/~clesio/cmp151/cmp15120021/artigo_taisa.pdf>. Accès : avril 2006.

Opperman, R., Rashev, R., Kinshunk, (1997). Adaptability and Adaptivity in Learning Systems. Knowledge Transfer, V. 2. <http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/23631/http:zSzzSzfif.gmd.dezSz~oppermannzSzpublicationszSzkf97_gmd.pdf/oppermann97adaptability.pdf>Accès : mai 2005.

Palazzo, L. A. M. (2004). Sistemas de Hipermedia Adaptativa. < <http://ia.ucpel.tche.br/lpalazzo/sha/sha.htm>> Accès :avril 2004.

Peirce, C. S. (1977). Semiótica. São Paulo. Perspectiva.

Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., and Carey, T. (1994). Human-computer interaction. Wokingham, UK: Addison-Wesley.

Psyché, V., Mendes, O.and Bourdeau, J.(2003). Apport de l'ingénierie ontologique aux environnements de formation à distance, Revue STICEF, Volume 10, 2003, ISSN : 1764-7223.

Rastier, F. (1991). Sémantique et recherches cognitives, Paris, Presses universitaires de France.

Rastier, F., Cavazza, M., and Abeillé, A. (1994). Sémantique pour l'analyse : De la linguistique à l'informatique. Paris, Masson.

Rastier, F. (2002). Avant-propos. Pluridisciplinarité et sciences de la culture. Une introduction aux sciences de la culture, Paris, Presses universitaires de France, p. 1-10.

Ravden, S.J. and Johnson, G.I. (1989). Evaluating Usability of Human-Computer Interfaces: A practical method. John Wiley and Sons.

Razmerita, L. V. (2003). Modèle Utilisateur et Modélisation Utilisateur dans les Systèmes de Gestion des Connaissances: une Approche fondée sur les Ontologies, Thèse doctorat, Présentée a l'IRIT Toulouse, France.

- Razmerita, L. and Gouarderes G. (2004). Ontology-based User Modeling for Personalization of Grid Learning. Services, Grid Learning Services Workshop (GLS 2004) in association with Intelligent Tutoring System Conference, ITS 2004, Brazil pp.105-115.
- Rose, G. (2001). *Visual Methodologies: An Introduction to the Interpretation of Visual Materials*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Russell, S. and Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence: A modern approach*. New Jersey: Prentice Hall.
- Saussure, F. (1972). *Cours de Linguistique Générale*. Paris, Payot.
- Schwabe, D., Rossi, G., and Barbosa, S. D. J. (1996). Systematic hypermedia application design with oohdm. In *The Seventh ACM Conference on Hypertext (Hypertext 1996)*, pages 116 -128. ACM.
- Schwabe, D; Szundy, G.; de Moura, S. S; and Lima, F., (2004). Design and Implementation of Semantic Web Applications, Proc. of the Workshop on Application Design, Development and Implementation Issues in the Semantic Web (WWW 2004), CEUR Workshop Proceedings, ISSN 1613-0073, Vol. 105, May 2004.
- Shneiderman, B. (1998). *Designing User Interface Strategies for effective Human- Computer Interaction*. Massachusetts: Addison- Wesley.
- Sowa, J., F. (2000). *Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational. Foundations*, Brooks Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA. marinebell
- Srour, R. H. (1998). *Poder, Cultura e Ética nas Organizações*. São Paulo, Editora Campus.
- Studer, R., Benjamins R. and Fensel D. (1998). *Knowledge Engineering: Principles and Methods*. *Data Knowledge Engineering*. 25(1998):161-197.
- Tricot, A. (1993). Stratégies de navigation et stratégies d'apprentissage : pour l'approche expérimentale d'un problème cognitif. In Baron, G.-L., Baudé, J., De La Passardiére, B. (Ed.), *Deuxième colloque Hypermédias et Apprentissages*. Lille : EPI ; CUEEP ; INRP. 21-38.
- Tircot, A. (1994). *Modelisation Des Processus Cognitifs Impliqués Par La Navigation Dans Les Hypermedias*. Thèse de Doctorat présenté a l'Université de Provence. Spécialité : Psychologie Cognitive.
- Trompenaars, F. (1994). *L'entreprise multi culturelle*. Château-Gontier, Maxima. Trompenaars, F. and Hampden-Turner, C. (1998). *Riding the waves of culture. Understanding diversity in global business*. 2.ed. New York, McGraw-Hill.
- Vilain, P., Schwabe, D. (2002). Improving the Web Application Design Process with UIDs, 2nd International Workshop on Web-Oriented Software Technology.
- Whalley, P. (1993). An Alternative Rhetoric for Hypertext. In: McKnight, C., Dillon, A., Richardson, J., eds. *Hypertext, A Psychological Perspective*. Ellis Horwood.